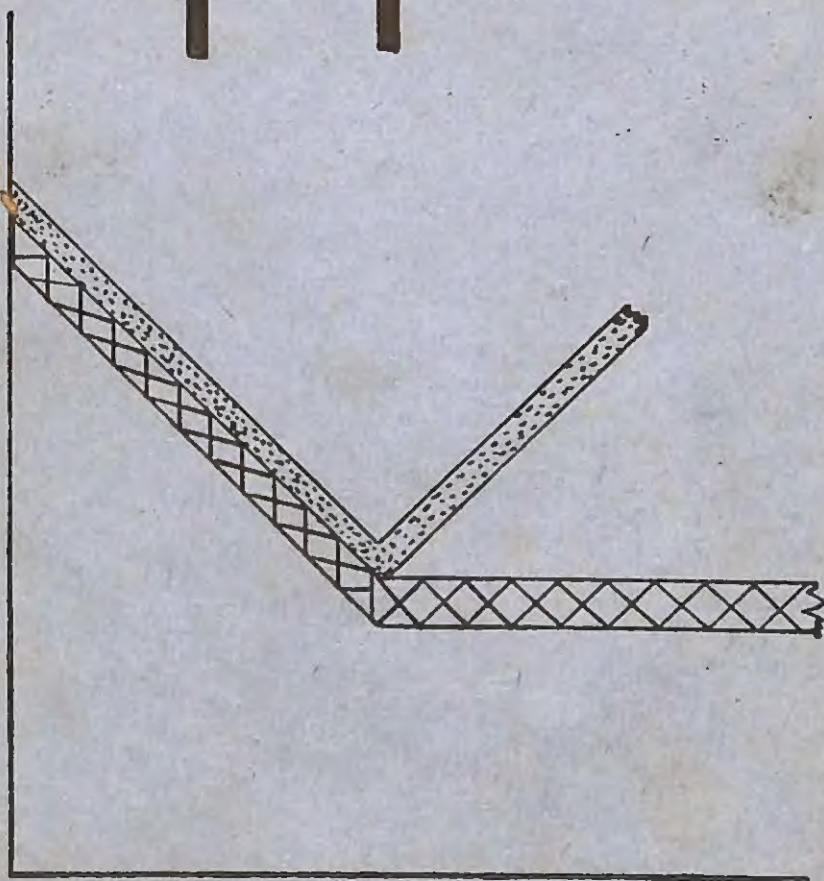


সুবাধকুমার মজুমদার

# শেট্টিং



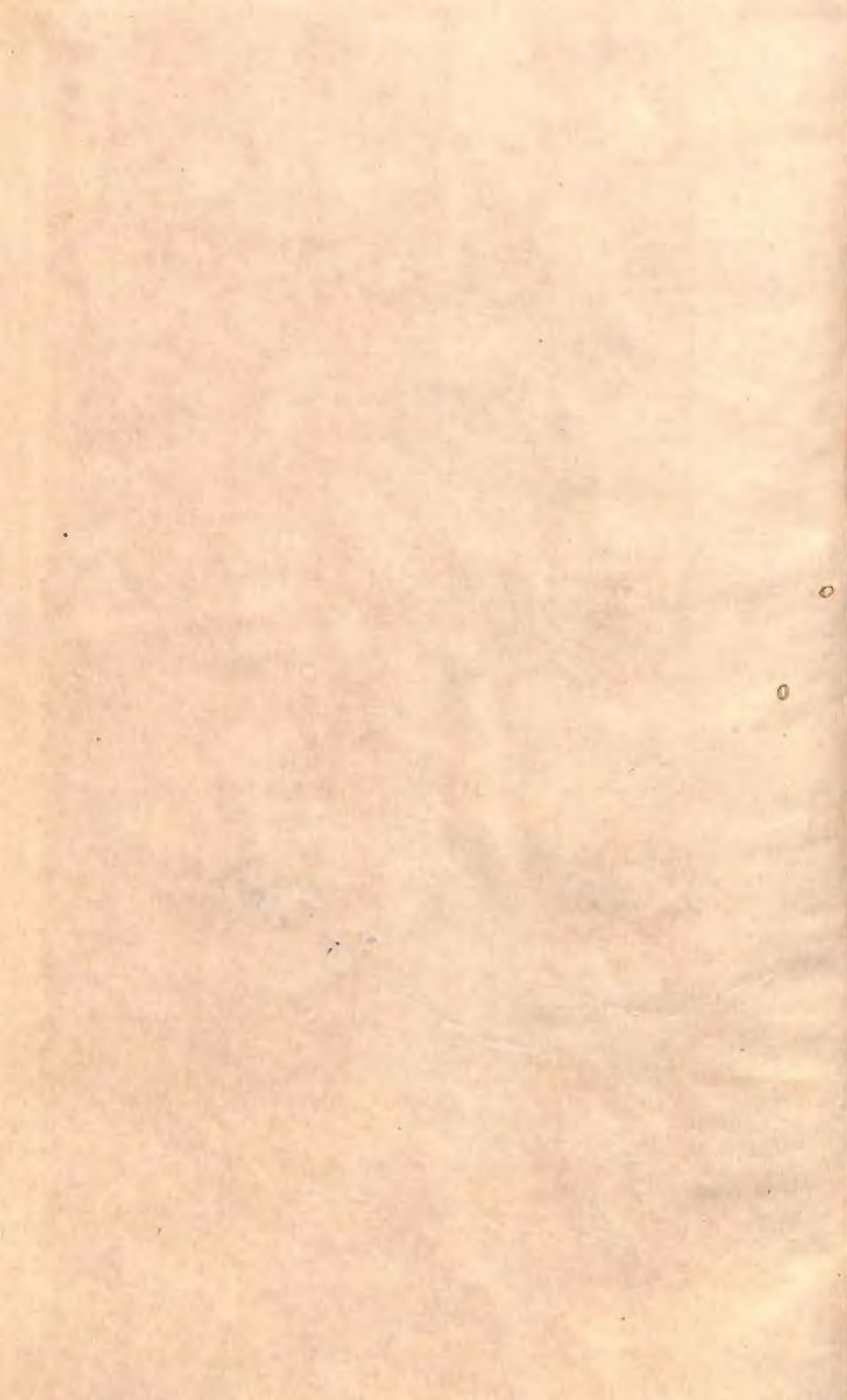






۵۳۹





# হীট টু টমেন্ট

সুবোধকুমার মজুমদার



ফার্মা কে. এল. মুখোপাধ্যায়

কলিকাতা : ১৯৭৫

প্রকাশক :

ফার্মা কে, এল, মুখোপাধ্যায়  
২৫৭ বি, বিপিনবিহারী গান্ধুলী ষ্ট্রীট  
কলিকাতা-৭০০০১২

প্রথম প্রকাশ : ১৯৭৫

© শ্রীসুবোধকুমার মজুমদার

মূল্য ৫.০০

মুদ্রাকর :

মৃণাল চট্টোপাধ্যায়

শৈবাল আর্ট প্রেস

৮, সনাতন শীল লেন

কলিকাতা-১২

Acc. no. - 15307

Paper used for printing of the book was made available by the Government of India at a concessional rate.

## উৎসর্গ

পরম শ্রদ্ধেয় পিতা স্বর্গতঃ ডাক্তার শুরেন্দ্রনাথ  
মজুমদারের চরণকমলে ।

1825

RECEIVED OF THE  
TREASURY DEPARTMENT



—মুখবন্ধ—

স্বর্গতঃ বিজ্ঞানাচার্য্য সত্যেন্দ্রনাথ বসু বলেছেন, “বাংলাভাষায় বিজ্ঞানচর্চা করতে হলে হয়তো খানিকটা অসুবিধা দেখা দেবে, তবে সেই চর্চা চলতে থাকলে ভবিষ্যতে কোন বাধা থাকবে না।” অনুপ্রাণিত হয়ে অন্ধান্তঃকরণে এই ক্ষুদ্র প্রচেষ্টা শুরু করি। পুস্তকখানি লেখার প্রয়াসে আমি সাগ্রহ সহযোগিতা পেয়েছি বেঙ্গল ইঞ্জিনিয়ারিং কলেজের মেটালারজি বিভাগের প্রধান, ডাঃ এ. কে. শীল মহাশয়ের নিকট। এই নিরহঙ্কার কর্মব্যস্ত পণ্ডিত মানুষটি অতি যত্নে আমার লিখিত পাণ্ডুলিপি শুদ্ধ করেছেন। আমি তাঁর নিকট চিরকৃতজ্ঞ।

লেখক



Department of Metallurgy,  
Bengal Engineering College,  
P. O. Botanics, Howrah-3.

From : Dr. A. K. Seal, Ph. D., F. I. M. (London),  
Prof. & Head of the Dept. of Metallurgy,  
B. E. College, Howrah-3.

Ref : Met

Date: 17. 3. 1975

Dear Sri Mozumder,

I am returning herewith your final manuscript. I have carefully gone through your manuscript and found it to be useful in its present form. I am sure that it will be of great help to our Bengalee artisans who are associated with Heat Treatment of Metals and Alloys.

With kind regards,

Yours Sincerely,  
Sd/-A. K. Seal



## ভূমিকা

মেটাল প্রসেসিং এর একাংশ হলেও আধুনিক ইঞ্জিনিয়ারিং শিল্পের দ্রুত প্রসার হওয়ার দরুণ—হীটট্রীটমেন্ট এখন একটা অতি প্রয়োজনীয় বিভাগ হিসাবে কল-কারখানায় গণ্য হচ্ছে। অভাব দক্ষ কর্মীর। তার প্রধান কারণ, কারিগরী শিক্ষাকালীন হীট-ট্রীটমেন্টের মৌলিক জ্ঞান, প্রথাপ্রকরণের উদ্দেশ্য শিক্ষানবীশদের আগ্রহ সৃষ্টি করে না। মেকানিকাল ইঞ্জিনিয়ারিং-এর এটি একটি রোনাঞ্চহীন নীরস শুষ্ক বিষয়। যতক্ষণ না কারিগর ধাতুবিদ্যার এই রহস্যময় দিকটির প্রতি আগ্রহশীল হবে, ততক্ষণ উপযুক্ত হীটট্রীটমেন্টের অভাব অনুভূত হবে।

মেসিন পার্টস্ বা টুলস্ প্রস্তুত করতে গেলে যেমন বিভিন্ন প্রকার স্টীলের (ইম্পাত) প্রয়োজন, তেমন প্রয়োজন ওদের ওপর নানা রকম মেকানিকাল প্রপাটিজ আরোপ করা। হীটট্রীটমেন্ট করেই এইসব নানা প্রকার গুণ প্রদান করা সম্ভব। একজন ভাল হীটট্রীটার হতে গোল ধাতুবিদ্যার মূল জ্ঞান থাকা বাঞ্ছনীয়। ধাতুবিদ্যার সম্ভাবনা আজ বিরাট, তার পরিধিও বিস্তৃত। মাত্র আকরিক ধাতুকে নিক্ষেপিত করা বা পরিষ্কৃত করা আর মেটালারজির সীমা নয়। প্রসেসিং মেটালারজি ও ফিজিক্যাল মেটালারজি সেই সীমাকে আরও বিস্তৃত করেছে। পরিষ্কৃত ধাতুকে নানাপ্রকার আকারে রূপান্তর করা (ফোর্জিং, রোলিং, কাষ্টিং দ্বারা), হীটট্রীটমেন্ট করা—এসবই মেটাল প্রসেসিং-এর অন্তর্ভুক্ত। ল্যাবরেটরীতে বিশদ পরীক্ষা নিরীক্ষা, ধাতুর ক্রিষ্টাল ষ্ট্রাকচার, ফিজিক্যাল ও মেকানিকাল প্রপাটিজ প্রভৃতির অনুসন্ধান—ফিজিক্যাল ও মেটালারজির আওতায় পড়ে।



হীট ট্রীটমেন্ট করার পূর্বে স্টীল ও তার এ্যালয় বিষয়ে একটা মোটামুটি ধারণা থাকা প্রয়োজন। স্টীল (ইস্পাত) প্রস্তুত হয় আকরিক লোহা পরিশুদ্ধ করে। লোহা থেকে কার্বন কমাতে কমাতে একটা বিশেষ পর্যায়ের আনলে তখন স্টীল (ইস্পাত) পাওয়া যায়। স্টীলে কতকগুলি বিশেষ গুণ পরিদৃষ্ট হয় যা লোহাতে অলভ্য। কাজেই লোহা ও ইস্পাত এক বস্তু নয়, যেমন কয়লা আর হীরা এক নয়। এক বংশ হইতে উদ্ভূত বলা চলে।

আধুনিক শিল্পে মাত্র গোটা ত্রিশ শুদ্ধ ধাতু (পিওর মেটাল) প্রযুক্তিবিদ্যার চাহিদা অনুযায়ী বিভিন্ন প্রকার ধাতু ও গুণের প্রত্যাশা মেটাতে না পারায় ধাতুবিদদের মিশ্রধাতুর (এ্যালয়) সন্ধানে নামতে হয়। শুদ্ধ ধাতুর উপর ঠাণ্ডা অবস্থায় কাজ করে (কোল্ড ওয়ার্ক) বা এ্যানিলিং করে কিছু মেকানিকাল প্রপার্টিজ পাওয়া যায়। কিন্তু এ্যালয়কে হীট ট্রীটমেন্ট করে, হার্ড টেম্পার করে বহুরকম মেকানিকাল প্রপার্টিজ পাওয়া যায়। তরল অবস্থায় থাকাকালীন একটি ধাতুতে অপর একটি বা ততোধিক ধাতু মিশিয়ে, পরে তরল মিশ্রণটি ঠাণ্ডা করলে একটি এ্যালয় তৈরী হয়। এ্যালয়টির তরল অবস্থায় প্রত্যেক উপাদান সাধারণতঃ সমসত্ত্ব (হোমোজিনাস) থাকে কিন্তু ঠাণ্ডা হয়ে কঠিন হবার সময় বহুক্ষেত্রে একাধিক অসমসত্ত্ব (হেটেরোজিনাস) ঘন বস্তুতে পরিণত হয়। এদের চরিত্র বা গুণে অনেক পার্থক্য থাকে। এদের কলা (ফেজ্) বলা হয়। এ্যালয়ের সংযুতি, ধর্ম এবং হীট ট্রীটমেন্ট করে প্রাপ্ত বিভিন্ন গুণ প্রযুক্তিবিদ্যার অনেক সমস্যা মিটিয়েছে। ধাতুতে ধাতুতে, এমনকি ধাতুর সাথে কার্বন, সিলিকন, ফস্ফরাস, বোরন, সালফার, নাইট্রোজেন, অক্সিজেন মিশিয়ে মিশ্রধাতু প্রস্তুত হয়। কঠিন অবস্থায় এ্যালয়ের কলার

(ফেজ) নানা প্রকার রূপান্তর, হীট ট্রিটমেন্টের পথের ইঙ্গিত দিয়েছে।

## ২। স্টীল (ইস্পাত)

স্টীলকে একটা এ্যালয় বলা যেতে পারে। মূল উৎপাদন হল খাঁটি লোহা ও কার্বন। একটা স্টীলের নমুনা (স্যাম্পল) ধরা যাক। সাধারণতঃ স্টীলে ২% এর বেশী কার্বন থাকবে না। কার্বনের পরিমাণ দেখেই স্টীল তালিকাভুক্ত হয়।

ই, এন—২ই/EN2E

কার্বন—০.১৫%

ম্যানগানিজ—০.৫%

সিলিকন—০.৩৫%

সালফার—০.০৫%

কস্ফরাস—০.০৫%

বাঁকিটা খাঁটি লোহা।

ম্যানগানিজ, সিলিকন, সালফার এবং কস্ফরাসের উপস্থিতি ভেজাল বলে গণ্য, কোন কার্যকরী মৌল উপাদান বলে নয়। ০.৮% এর বেশী সিলিকন এবং .১% এর বেশী ম্যানগানিজ থাকলে এদের এ্যালয় উপাদান হিসাবে ধাৰ্য্য করা হয়। তখন উহারা স্টীলের উপর নিজ প্রভাব স্থাপন করে। স্টীলের ধাতুগত এই বিশদ বিবরণ সর্বদাই জ্ঞাতব্য।

স্টীলকে প্রয়োজন বা ব্যবহারভিত্তিক দুই প্রধান শ্রেণীতে ভাগ করা যায়।

[ক] স্ট্রাকচারাল স্টীল—যন্ত্রাংশ বা কাঠামো প্রস্তুত করণের উপযোগী স্টীল।

[খ] টুল স্টীল—মেশিনের বা হাতের যন্ত্র প্রস্তুত করণের উপযোগী স্টীল।



## (ক) স্ট্রাকচারাল স্টীল :

[অ] কার্বন স্ট্রাকচারাল স্টীল—

যন্ত্রাংশ বা কাঠামো প্রস্তুত করণের উপযোগী স্টিলের ০.৫% এর বেশী কার্বনের প্রয়োজন নেই। বাজারে এরা মাইল্ড স্টীল বলে পরিচিত। এদের মোটামুটি চারভাগ করা যায়।

ক্লাস ওয়ান—০.৮ থেকে ১.৫% কার্বন

ক্লাস টু — ১.৫% ”

ক্লাস থ্রি — ৩.৫% ”

ক্লাস ফোর — ৪.৫% ”

ক্লাস ওয়ান ও ক্লাস টু মাইল্ড স্টীলকে সরাসরি হার্ড করা যায় না।  
ক্লাস টু স্টীলকে কেম-হার্ড করা যায়।

গরম অবস্থায় রোলিং-করা সম্ভার যেমন—প্লেট, শীট, রড, চ্যানেল, বীম, এ্যাঙ্গেল, টিউব, ওয়্যার, বার এবং হাক্সা ফোর্জিং ইত্যাদিতে কার্বন স্ট্রাকচারাল স্টীলের প্রচুর ব্যবহার হয়।

[আ] অ্যালয় স্ট্রাকচারাল স্টীল—

মেটালারজির নতুন নতুন অবদানে স্ট্রাকচারাল স্টীলে অত্যন্ত খাত্ত মিশিয়ে স্টীলকে আরও গুণসম্পন্ন করা হয়েছে। এদের গুণগত কারণে বিশেষ বিশেষ প্রয়োজনে ব্যবহার করা হয়।

নাম

প্রধান অ্যালয় খাত্ত

১। কবোসন্ রেজিষ্ট্যান্ট—

ক্রোমিয়াম

(জীর্ণতা প্রতিরোধী)

২। অ্যাসিড রেজিষ্ট্যান্ট—

নিকেল, ক্রোমিয়াম ও টাই-

(অক্স-জীর্ণতা প্রতিরোধী)

টেনিয়াম।

৩। নন স্কেলিং—

নিকেল, ক্রোমিয়াম ও

(অক্সিজান-জারণ প্রতিরোধী)

অ্যালুমিনিয়াম।

- ৪। হীট রেজিস্ট্যান্ট— ক্রোমিয়াম, মলিবডিনাম ও  
( উত্তাপ প্রতিরোধী ) সিলিকন।
- ৫। উইয়র রেজিস্ট্যান্ট— ম্যানগানিজ  
( ক্ষয়শীলতা প্রতিরোধী ) ( ১১ থেকে ১৩% )
- ৬। ইলেকট্রিক্যাল— সিলিকন।  
( তড়িৎ-উৎপাদনে ট্রান্সফরমার ( কার্বন খুব কম )  
ডায়নামো প্রভৃতিতে ব্যবহার্য )
- ৭। মাগনেটিক— ক্রোমিয়াম, টাংস্টেন ও কোবল্ট।  
( চুম্বক )

( খ ) টুল স্টীল :

( অ ) কার্বন টুল স্টীল—

৩। যন্ত্র বা টুলস তৈরী করতে ১.৪% থেকে ০.৭৫% কার্বনের স্টীল ব্যবহার হয়। বাজারে এ-টেম্পার, বি-টেম্পার, সি-টেম্পার, ডি-টেম্পার, ই-টেম্পার নামে বিভিন্ন রকম মেসিনের বা হাতের যন্ত্র প্রস্তুত করণে নিযুক্ত হয় কার্বন টুল স্টীল।

০.৭৫% কার্বন স্টীল থেকে—ড্রিফটস্, চিজেল, হামার (ছোট)  
স্নেজ হামার ( বড় ) প্রভৃতি প্রস্তুত হয়।

০.৮৫%—১% কার্বন স্টীল থেকে—ডাই, পাক্স, সিয়ার ব্রেড,  
নিউম্যাটিক টুলস প্রভৃতি প্রস্তুত হয় এবং

হাই কার্বন ১—১.৪% কার্বন স্টীল থেকে—কাটিং টুলস, ড্রিল,  
মিলিং কাটার, ব্রোচ, রিমার, ট্যাপ, ফাইল,, বোরিং টুল,  
গেজ প্রভৃতি প্রস্তুত হয়।

(আ) এ্যালয় টুল-স্টীল—

উচ্চ শ্রেণীর এ্যালয় টুল স্টীলে থাকে বিশেষ ধরনের ধাতু।  
তাদের গুণে টুল স্টীল বিশ্বব্যাপক ক্ষমতা ধারণ করে। ক্রোমিয়াম,



নিকেল, টাংস্টেন, মলিবডিনাম, ভ্যানেনড্রিয়াম, কোবাল্ট, টাইটেনিয়াম—এরা যুগান্তকারী ক্ষমতা সংবোজন করেছে স্টীলে। নীচে বিশেষ ধরনের টুলের জন্য প্রয়োজনীয় স্টীলের উল্লেখ করা হল।

- ১। হাই স্পীড স্টীল (টাংস্টেন ২২%, ১৮%, ১৪%)—  
কাটিং টুল।
- ২। হট-ডাই স্টীল (টাংস্টেন, ৯%)—ডাই, পাঞ্চ।
- ৩। নিকেল-ক্রোমিয়াম (নিকেল ১৩%, ক্রোমিয়াম ০৯%)  
—ড্রপ হ্যাম্পিং ডাই।
- ৪। কার্বন-ক্রোমিয়াম (কার্বন ১.২%, ক্রোমিয়াম ১১%)  
—বল বিয়ারিং, বল রেস।
- ৫। হাই ক্রোমিয়াম (কার্বন ১.৬%, ক্রোমিয়াম ১৩%)  
—ব্লাস্টিং ডাই ও পাঞ্চ।
- ৬। হাই ম্যানগানিজ (ম্যানগানিজ ১১—১৩%) — ক্র্যাশিং  
মেশিন অংশ, রেল লাইনের ক্র্যাশিং পয়েন্ট, ড্রেজিং  
মেশিনের অংশ।
- ৭। কার্বন স্ট্রিং স্টীল (কার্বন ০.৬%, ম্যানগানিজ ১%)—  
ল্যামিনেটেড স্ট্রিং, অন্যান্য ছোট স্ট্রিং।
- ৮। এ্যালয় স্ট্রিং স্টীল (সিলিকন ১.৬-২%, কার্বন ০.৪৫-০.৭%)  
—হেলিক্যাল স্ট্রিং।

স্টীলের কতকগুলি মৌলিক ধর্ম—

ডাকটিলিটি—সহজে পরিচালনীয়। বহিঃশক্তির প্রচণ্ড টান দিলেও পদার্থের একটা বাধা দেবার ক্ষমতা গড়ে ওঠে। ইহার জন্য পদার্থের আকারের পরিবর্তন ঘটলেও পদার্থটি ছিন্নভিন্ন হয় না। পদার্থের এই গুণকে ডাকটিলিটি বলা হয়। পাইপ, তার বা টিউব প্রস্তুত কালীন স্টীলে এই ধর্ম দৃষ্ট হয়।

ম্যালিয়েবিলিটি—এক কথায় নমনীয়তা বলা যায়। সংকোচনের চাপে পদার্থের রূপান্তর ঘটলেও উহার একটা সীমিত ক্ষমতা থাকে যার জন্য ছিন্নভিন্ন না হয়েও এই রূপান্তর সংঘটিত হয়। স্টীলকে যখন ফোর্জ করে ঈঙ্গিত রূপে পরিবর্তন করা হয় তখন এই ধর্ম দৃষ্ট হয়।

টাকনেনস—পদার্থকে বাঁকাতে গেলে উহার মধ্যে এই ক্ষমতা দৃশ্যমান হয়। কোন পদার্থকে ভাঙতে গেলে যে শক্তি ব্যয় করতে হয় সেই শক্তির পদার্থটির টাকনেনসের পরিমাপ।

কেবলমাত্র কার্বনের উপস্থিতির জন্য স্টীলের কতকগুলি বিশিষ্ট গুণাগুণ দৃষ্ট হয়। যেমন—

১। কার্বন বেশী থাকলে—স্ট্রেংথ, ইলাসটিসিটি ও হার্ডনেস বেশী হবে।

২। ঐ ঐ ঐ —ঠাণ্ডা অবস্থায় কাজ করা বা ওয়েল্ড করা শক্ত হবে এবং ভদ্রতা বৃদ্ধি পাবে।

৩। কার্বন কম থাকলে—ডাকটিলিটি ও ইমপ্যাক্ট স্ট্রেংথ বেশী হবে।

সাধারণ ভাবে স্টীলের জবাসামগ্রী যখন অকেজো হয়, বিশেষ করে ফেটিং, ক্রীপ প্রভৃতির জন্য তখন হীট ট্রিটমেন্ট করা হয়, যেমন—স্ট্রেস রিলিভ করা, মেনিসনে কাটবার ক্ষমতা বৃদ্ধি করা, হার্ডনেস দেওয়া, টাকনেনস দেওয়া, সারফেস হার্ডনেস দেওয়া প্রভৃতি।

স্টীলের আভ্যন্তরীণ গঠন ভঙ্গি—

একটা পাতব বস্তুকে ভাঙলে, ভাঙ্গা টুকরোর উপর দিকে খোলা চোখে দেখা যায় বা অনুবীক্ষণ যন্ত্রে ভাল দেখা যায় দানার মত শক্তির অতি ক্ষুদ্র উপাদান। দানাগুলি একটি বিশেষ ব্যবস্থায় থাকে এবং তাকে গ্রেন-গ্র্যারেঞ্জমেন্ট বলে। দানাগুলির পরস্পরের বিভিন্নতা স্পষ্ট। দানা বড় হয়, দানা ছোট হয়, বিভিন্ন রকমের



কিন্মা মিশ্রিত অবস্থায় থাকতে পারে। আবার দানা বিশেষ দিক-  
মুখী হইতে পারে। কাষ্টিং বা ঢালাই হলে বড় বড় এবং মোটা  
(কোস') দানা হয়। পেটাই (ফোর্জিং) হলে অনেক মিশ্রি দানা  
হবে। ফোর্জিং বা রোলিং লাইনের সমান্তরাল হবে। ভিন্ন ভিন্ন  
দানা (গ্রেনস্) ভিন্ন ভিন্ন নামে পরিচিত।

ফেরাইট—অনুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে স্টীলকে পরীক্ষা করিলে  
দেখা যাবে এক রকম দানাবদ্ধ ক্রিস্ট্যাল ফর্ম। ইহাদের ফেরাইট  
বলে, মানে প্রায় শুদ্ধ লোহা। ধস্মে ইহা খুব নরম এবং ডাকটাইল।

সিমেন্টাইট—ইহার আয়রণ ও কার্বনের যৌগিক (আয়রণ-  
কার্বাইড)। দানা হিসাবে সব চেয়ে শক্ত ও ভঙ্গুর।

পারলাইট—মিশ্রিত দানা। লম্বা লম্বা সরু সিমেন্টাইটের  
পাতলা পাতের মত স্তরের চারিপাশ ঘিরিয়া ফেরাইট দানা।

অস্টেনাইট—এক্ সিসি আয়রণ ও কার্বনের একটা সলিউ-  
সন্।

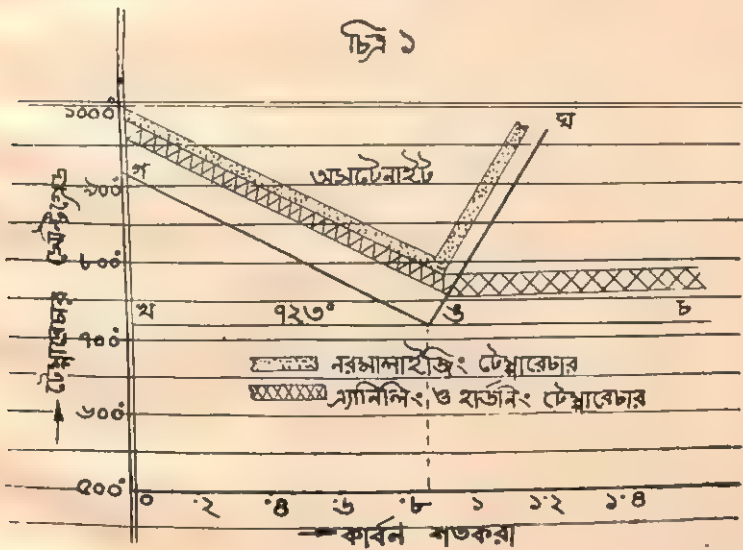
মার্টেনসাইট—স্টীলের সর্বাপেক্ষা কঠিন অবস্থায় দানার রূপ।  
একমাত্র গরম করিয়া অস্টেনাইট অবস্থায় লইয়া জলে কোয়েকিং  
করিলে এই দানা পাওয়া যায়।

বেনাইট—ইহাও পারলাইটের ন্যায় ফেরাইট ও সিমেন্টাইটের  
মিশ্রিত দানা কিন্তু ইহাদের বিস্তার আলাদা।

ক্রিটিক্যাল টেম্পারেচার ও আয়রণ-কার্বন ডায়াগ্রাম : যে কোন  
গ্রেডের কার্বন স্টীলকে গরম করলে তাপবৃদ্ধির সাথে দানার কোনও  
পরিবর্তন পরিলক্ষিত হয় না। কিন্তু  $923^{\circ}$  সে: তাপাঙ্কের পর  
স্টীলের মধ্যে বেশ বড় রকমের পরিবর্তন হতে শুরু করে। পারলাইট  
দানা ক্রমে ক্রমে অস্টেনাইট দানায় পরিবর্তিত হয়। এই তাপাঙ্ক  
স্টীলের লোয়ার ক্রিটিক্যাল টেম্পারেচার। যে কোনও কার্বন-স্টীলের  
এই লোয়ার ক্রিটিক্যাল সমান—মানে সবার বেলাই  $923^{\circ}$  সে:।

আয়রণ কার্বন ইকুইলিব্রিয়াম ডায়াগ্রামে ইহা স্পষ্ট বোঝা যাবে।

যখন কার্বন স্টীলকে  $923^{\circ}$  সে: অতিক্রম করে আরও তপ্ত করা হবে, অস্টেনাইট দানাগুলি বড় বড় হতে থাকবে এবং সংখ্যায় বাড়তে থাকবে। তারপর একটা বিশেষ তাপাস্কে খাতুর মধ্যে কেবল মাত্র অস্টেনাইট দানাই থাকবে। এই তাপাস্কে ঐ স্টীলের আপার ক্রিটিক্যাল টেম্পারেচার বলিয়া ধাৰ্য্য করা হয়। হীটট্রিটমেন্ট এখান থেকেই প্রধান ইঙ্গিত পেয়েছি।



উপরের চিত্রে 'গাউথ' একটি সরল রেখা যাহা  $923^{\circ}$  সে: তাপাস্কে নির্দেশ করছে। এই  $923^{\circ}$  সে: সকল স্টীলের লোয়ার ক্রিটিক্যাল টেম্পারেচার। যখন স্টীলকে গরম করা হতে থাকে এবং তাপাস্কে বাড়তে থাকে তখন  $923^{\circ}$  সে: অতিক্রম করার সঙ্গে সঙ্গে প্রত্যেক স্টীলে (শতকরা কার্বন হিসাবে) অস্টেনাইট দানা হতে থাকে এবং বর্দ্ধিত তাপাস্কে যখন 'গাউথ' স্পর্শ করে ততক্ষণ পর্যন্ত এই দানা হতে থাকবে। 'গাউথ' অতিক্রম করলে স্টীলের সমস্ত দানাই



অস্টেনাইটে পরিণত হয়। 'গড্ডথ'কে আপনার ক্রিটিক্যাল টেম্পারেচার বলে।

স্টীলের হার্ডনিং, নরমালাইজিং ও এ্যানিলিং টেম্পারেচার এই আপনার ক্রিটিক্যালকে নির্ভর করে নির্দিষ্ট হয়। ইহা উপরের চিত্রে দেখান হয়েছে।

৩। হীটট্রিটমেন্ট ফার্নেস ও কোয়েকিং ব্যবস্থা

কাজের প্রকার ভেদের উপর নজর রেখে হীটট্রিটমেন্টের ফার্নেসের বৈশিষ্ট্য অনুযায়ী দুইটি শ্রেণী করা যায়। (১) ব্যাচ টাইপ ফার্নেস, কনটিনিউয়াস ফার্নেস।

(১) ব্যাচ টাইপ ফার্নেস :

বেশীর ভাগ কারখানায় এক ব্যাচে চার্জ করা হয় পার্টস—সাইজ, ডিজাইন ও ওজনে প্রভেদ থাকা সমস্ত শুধু স্টীল এবং নির্দিষ্ট হীটট্রিটমেন্ট একই হওয়ার জন্য (যেমন নরমালাইজিং, এ্যানিলিং, হার্ডনিং, টেম্পারিং বা কবু'রাইজিং)। এর জন্য যে টেম্পারেচার, সময় ও প্রস্তুতির প্রয়োজন, হয়তো পরের ব্যাচে অন্য স্টীল ও ট্রিটমেন্টের প্রভেদ দ্রুপণ প্রয়োজন অন্য রকম। কাজেই ব্যাচ-ফার্নেসে প্রতি ব্যাচে একটি প্রভেদ থাকে। এই প্রকার কাজ করার জন্য ব্যাচ-ফার্নেস থেকে এফিসিয়েন্সি কম পাওয়া যায়। জ্বালানির বা বিদ্যুতের খরচ বাড়ে। যদি অনেক ব্যাচ-ফার্নেস থাকে তাহলে বিশেষ কাজের জন্য এক একটা ফার্নেস ব্যবহার করা ভাল। একটাতে নরমালাইজিং, একটাতে হার্ডনিং, একটাতে টেম্পারিং এই রকম ভাবে কাজ করলে প্রডাক্টিভিটি শূন্য হয়। ছোট ছোট ব্যাচ-ফার্নেসে হাতে হাতেই লোড করা যায়। বড় বড় পার্টস হীটট্রিটমেন্ট করার প্রয়োজন হলে কার-বটম্ ফার্নেস প্রয়োজন। ইহা এক প্রকার বক্স-টাইপ ব্যাচ-ফার্নেস যার নীচের হার্বটীতে চাকা লাগান। কেবলমাত্র ট্রলিটা ভিতর-বাহির করা যায়। লোডিং ও আনলোডিং ক্রেনের

সাহায্যে লোড করার সুবিধা থাকে। খুব লম্বা পার্টস হলে গরম করার জন্য পিট-কার্ণেস ভাল। লম্বা পার্টস সমান্তরালভাবে গরম করলে বাঁকিয়া যাবার সম্ভাবনা। লম্বাভাবে ঝুলিয়ে পিট-কার্ণেসে গরম করা অবশ্য কর্তব্য। সেকিং-পিটে এইভাবে বড় বড় লোহার চাঁই ( ইনগট ) গরম করা হয়।

## (২) কনটিনিউয়াস ফার্নেস :—

কাজ যখন একই রকম থাকে, স্টীল পার্টস ও ট্রান্সমিট যখন একই থাকে, তখন কনটিনিউয়াস হীটিং ফার্নেস দরকার। একটা স্থায়ী কাজ, স্থায়ী ফার্নেস। গ্যাস-প্রডাকশনে এসে রকম ফার্নেস ব্যবহৃত হয়।

জালানী ভিত্তিক ফার্নেসের শ্রেণী বিভাগ করা আছে।

### (১) রিভারবিরেটরী ফার্নেস।

### (২) ইলেকট্রিক ফার্নেস।

## (১) রিভারবিরেটরী ফার্নেস :—

আধুনিক কালে আর কয়লা দিয়ে হীট ট্রান্সমিট ফার্নেস জালান হয় না। কয়লার ফার্নেসে তাপ সুসংহত রাখা অতীব কঠিন, সেইজন্য হীট ট্রান্সমিটও ভাল হয় না। গ্যাস বা ফার্নেস অয়েল দিয়ে জালানো ফার্নেসের ডিজাইন সহজ। ছাই পরিষ্কার করার ভাবনা নেই। তাপ নিয়ন্ত্রণে কোন গুন্ডিল হয় না। তবে তেলকে প্রয়োজনীয় ঘনত্ব ( ভিসকসিটি ) রাখা এবং তেল বিল্ডিংয়ের বাহিরে স্টোর করার প্রতি যত্নশীল হতে হবে। শীতকালে স্টীম বা ইনারসন্ হীটার দিয়ে তেল গরম করার ব্যবস্থা রাখতে হবে, না হলে বার্ণারে তেলের প্রবাহ সীমিত হবে। এ বিষয়ে গ্যাস ফার্নেস শ্রেয়।

## (২) ইলেকট্রিক ফার্নেস :

বিদ্যুৎ যেখানে সুলভ, ইলেকট্রিক ফার্নেস সেখানে ব্যবহার করা



উচিত। সকল দিক দিয়ে ইলেকট্রিক ফার্নেস শ্রেষ্ঠ। কমবাশচান্ চেম্বার, বার্নার, গ্যাস ডাক্ট ইত্যাদির প্রয়োজন নেই। ডিজাইন সেইজন্য অতি সহজ। যেতেতু তাপ নিয়ন্ত্রণে স্বনির্ভর এবং তাপ লোকসান নেই—তাপের পূর্ণ ব্যবহারে ইলেকট্রিক ফার্নেসের যোগ্যতা প্রস্ফাভীত। তেল বা গ্যাসের ফার্নেসের চিমনী দিয়ে অনেক তাপ নষ্ট হয়। একই রকম কাজে এক্সিসিয়ারেন্সির আনুপাতিক তুলনায় ইলেকট্রিক এবং গ্যাস/তেলের ফার্নেসের হিসাব ৬৫% ও ১৫%। প্রভেদটী সহজেই অনুমেয়। বিদ্যুৎ ব্যবহারে পরিবেশ স্বাস্থ্যকর ও পরিচ্ছন্ন থাকে।

মাধ্যম হিসাবে হীট ট্রিটমেন্টে এইগুলি ব্যবহৃত হয় :—

- |                        |                                 |
|------------------------|---------------------------------|
| (১) তপ্ত হাওয়া        | (গ্যাস বা তেলের ফার্নেসের ভিতর) |
| (৩) বিশেষ রকম গ্যাস    | (নাইট্রাইডিং)                   |
| (৩) নানা রকম লবণ       | (সল্ট বাথ)                      |
| (৪) খনিজ তেল           | (অয়েল বাথ)                     |
| (৫) গুঁড়া কঠিন পদার্থ | (কার্বুরাইজিং)                  |
| (৬) গলিত সীসা          | (লেড বাথ)                       |

রিভারবিরেটরী ফার্নেসে তপ্ত হাওয়া বা গ্যাস রেডিয়েশন ও কনভেকশন পদ্ধতিতে (তপ্ত গ্যাসের স্রোতে স্নাত) পার্টকে গরম করে।

ইলেকট্রিক ফার্নেসে শুধু রেডিয়েশনে পার্টস গরম হয় কিন্তু একটু দেবীতে। এজন্য ফার্নেসে ইলেকট্রিক ফ্যানের বন্দোবস্ত করা আছে তাপকে সুসম বিস্তারের জন্য।

সল্ট বাথ ফার্নেস—কাষ্ট আয়রণ পায়ে সল্ট গলিয়ে নেওয়া হয় তেল গ্যাস বার্নার জালিয়ে। আবার, বিদ্যুৎ সাহায্যে ‘ইলেকট্রোড’ সল্টের মধ্যে দিয়ে সল্ট গলান হয়। হাইস্পীড স্টীল টুলস হার্ডনিং করতে ইলেকট্রোড সল্ট বাথ ব্যবহার করা অবশ্য কর্তব্য।

সন্ট বাথ ব্যবহারের মূল উদ্দেশ্য	সন্ট ও সন্টের মিশ্রণ		টেম্পারেচার সে:	
	সন্টের নাম	শতকর ভাগ	গলাঙ্ক	প্রয়োজনীয় তাপাংশের সীমা
স্প্রিং ও অত্যন্ত	সোডিয়াম নাইট্রেট	৫৫	২১৮।	২৩০°—৫৫০°
কার্বনটুলস্ টেম্পারিং	পটাসিয়াম নাইট্রেট	৪৫		
কার্বন স্টীল ও নিয়	সোডিয়াম ক্লোরাইড	৩৫	৬২০।	৬৫০°—২০০°
এ্যালয় স্টীল হার্ডনিং	পোড়ান সোডা	৬৫		
উচ্চ এ্যালয় স্টীল হার্ডনিং	সোডিয়াম ক্লোরাইড	১০০	৮১০।	৮৫০°—১১০০°
হাইস্পীড স্টীলহার্ডনিং	বেরিয়াম ক্লোরাইড	১০০	৯৬০।	১১০০°—১৩৫০°

- উপরে সন্ট বাথে ব্যবহার যোগ্য কতকগুলি সন্ট ও সন্টের মিশ্রণ  
০ বিভিন্ন কাজের জন্য উল্লিখিত হল।

তেলের বাথ—তেলের বাথ গরম করলে লক্ষ্য রাখতে হবে তেলের  
ফ্লাসপয়েন্ট। তেলের বাথে যেন আগুন না ধরে যায়। সাধারণতঃ  
ব্যবহৃত তেলের ফ্লাস পয়েন্ট ২৪০°—৩১০° সেঃ এর মধ্যে থাকা  
উচিত। কৃত্রিম এজিং এর জন্য তেলের বাথের প্রয়োজন হয়।  
কৃত্রিম এজিং-এ ১৫০° সেঃ তাপ প্রয়োজন। বাথ ইলেকট্রিকের  
দ্বারা গরম হওয়া বাঞ্ছনীয়।

লেড বাথঃ—কাষ্ট আয়রণ পাত্রে সীসা গলিয়ে তরল গলিত  
সীসায় অনেক হীটট্রান্সমিট করা হয়। স্প্রিং টেম্পারিং, অয়েল  
র‍্যাকনিং, লোকাল হার্ডনিং—অনেক কাজ লেড বাথে করা যায়।  
লেডবাথের প্রধান অসুবিধা হল যে পার্টসগুলি ডুবাইয়া রাখার  
ব্যবস্থা করা।

ফানেসের তত্ত্বাবধানের নির্দেশঃ—

নীচে হীটট্রান্সমিট ফানেসের তদারকির অনুসূচি দেওয়া হল।

দৈনিক, সাপ্তাহিক, মাসিক ও যান্মাসিক ব্যবস্থাগুলি বিষয়ে সচেতন থাকলে ফানেসের কর্মক্ষমতা সর্বদাই সঠিক থাকবে।

### দৈনিক :

- ১) প্রত্যহ তাপ মাপবার যন্ত্রগুলি (রেকর্ডার, কন্ট্রোলার, থার্মোকাপল) পরীক্ষা করতে হবে।
- ২) বানার, রোয়ার, পরিদর্শন করতে হবে।
- ৩) নিরাপত্তার ব্যবস্থাগুলি পরিদর্শন করতে হবে।

### সাপ্তাহিক :

- ১) তাপ মাপবার যন্ত্রগুলির নিভুলতা পরীক্ষা করে দেখতে হবে।

### মাসিক :

- ১) থার্মোকাপল ক্রমান্বন (ক্যালিভ্রেট) করে নিতে হবে।
- ২) ফানেসের যে সব অংশে তেল বা গ্রীজ দিতে হয়, সেগুলি পরিদর্শন করে নিতে হবে।

### যান্মাসিক :

- ১) ফানেসের ভিতরে সকল স্থানেই তাপের সমতা থাকছে কিনা তার একটা নিরীক্ষা করতে হবে।
- ২) থার্মোকাপল এবং তাপ মাপিবার যন্ত্রগুলি ক্রমান্বন (ক্যালি-ব্রেশন) করতে হবে।
- ৩) বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি (মোটর, সুইচ ইত্যাদি) পরিষ্কার করে পরিদর্শন করতে হবে।
- ৪) ফানেসের চেষ্টার, ফ্লু, ডাক্ট প্রভৃতি স্থানের ফায়ার ব্রিকস (ইট) পরীক্ষা করতে হবে। প্রয়োজন হলে মেরামত করতে হবে।
- ৫) ফানেসের দরজা দিয়ে তাপ ক্ষরণ হচ্ছে কিনা দেখে নিতে হবে।
- ৬) বানার পরিদর্শন, পরিষ্কার এবং সমন্বয়ন করে নিতে হবে।



কোয়েকিং ব্যবস্থা তত্ত্বাবধানের অনুষ্টুটী :--

(ক) তেলের কোয়েকিং ট্যাঙ্ক

দৈনিক :

- ১। ট্যাঙ্কের তেলের তল (লেভেল) পরীক্ষা করে নিতে হবে।  
লেভেল নেমে গেলে কোয়েকিং করবার সময় বেশী ঝুঁকে কাজ করতে হয়, তাতে দুর্গটনা হতে পারে।
- ২) তেলের তাপ পরীক্ষা করতে হবে।
- ৩) তেলের সঞ্চলন (সার্কুলেশন) পাম্প এবং তেলের স্রুতি (ফ্লো) পরীক্ষা করতে হবে।

সাপ্তাহিক :

- ১) তেলের কোয়েকিং হার পরীক্ষা করতে হবে।
- ২) তেলের মধ্যে কোন কঠিন পদার্থ আছে কিনা দেখে নিতে হবে।

মাসিক :

- ১) কোয়েকিং ট্যাঙ্কে জল জমে থাকলে তাকে বাহির করে দিতে হবে, আবজর্না জমে থাকলে পরিষ্কার করে দিতে হবে।

ষান্মাষিক :

- ১) পাম্প প্রভৃতি পরীক্ষা করতে হবে।
- ২) তেলের ময়লা ছাঁকা পরিশ্রাবক (ফিল্টার) বদলাতে হবে।
- ৩) তেল সংরক্ষণের স্টোরেজ ট্যাঙ্ক পরীক্ষা করতে হবে। আবজর্না, জল এবং অগ্নি কিছু ময়লা থাকলে পরিষ্কার করে নিতে হবে।
- ৪) তেলের তাপ পরীক্ষার ব্যবস্থাদি পরিদর্শন করতে হবে।
- ৫) তেলে অগ্নি প্রকার দূষণের সম্ভাবনা থাকলে পরীক্ষা করে নিতে হবে।

(খ) জলের কোয়েকিং ট্যাঙ্ক

দৈনিক :

- ১) জলের তাপ পরীক্ষা করতে হবে।
- ২) জলের প্রেসার দেখতে হবে।

২) জলের সঞ্চলন (সার্কুলেশন) পরীক্ষা করতে হবে।

সাপ্তাহিক :

১) ট্যাক্সের জল বাহির করে, তলার সমস্ত আবর্জনা পরিষ্কার করতে হবে।

(গ) ব্রাইন (লবনাক্ত জল) কোয়েকিং ট্যাক্স :

দৈনিক :

১) ব্রাইনের তাপ পরীক্ষা করতে হবে।

২) ব্রাইনের ঘনত্ব পরীক্ষা করতে হবে। প্রয়োজন মনে করলে সমন্বয় করতে হবে।

সাপ্তাহিক :

১) ট্যাক্স খালি করে আবর্জনা পরিষ্কার করতে হবে।

২) পাম্প দেখাতে হবে এবং ট্যাক্সটিকে পূর্ণ পরীক্ষা করে নিতে হবে।

৩) কোয়েকিং এ ব্যবহারযোগ্য সমস্ত ট্যাক্স (সাঁড়াশী; ছক, স্লিং, জিগস্) পরীক্ষা করতে হবে।

কোয়েকিং তেলের গুণগত ক্ষমতা সংরক্ষণের ব্যবস্থা :—

কোয়েকিং এ ব্যবহার হবার মত যোগ্যতা বজায় রাখতে গেলে, তেলের গুণ সংরক্ষণের জন্য ময়লা বা আবর্জনা দূরীকরণের নিম্নলিখিত ব্যবস্থাগুলি নিতে হবে।

১) তেল থেকে স্কেল পরিষ্কার করতে হবে।

২) ময়লা কার্বন, পোড়া তেলের ময়লা বা হার্ড করবার কাজের গায়ে রক্ষণাত্মক কোন আবরণের অংশ—এইসব আবর্জনা তেল থেকে পরিষ্কার করে দিতে হবে।

৩) বালি বা অল্প অদ্ভাব্য ময়লা পরিষ্কার করতে হবে।

৪) জল বাহির করে দিতে হবে।

৫) দ্রাব্য পদার্থ যেমন কার্বনডায়ক্সাইড গ্যাস দূর করে দিতে হবে। এই সকল দূষণ থেকে কোয়েকিং তেলকে মুক্ত রাখতে

গেলে পরিস্ফুটি ( ফিস্টারিং ), বাষ্পীকরণ ( ইভাপোরেশন ) ও জল নির্গমন ( ড্রেনিং ) এর ব্যবস্থা করতে হবে। কঠিন পদার্থ দূর করার জন্য ফিস্টার করতে হবে। জল ড্রেনিং এর জন্য ব্যবস্থা নিতে হবে এবং কার্বন ডায়ক্সাইড দূর করতে তেল গরম করলেই হবে।

কোয়েকিং তেলের পরিমাপের জ্ঞাতব্য নির্দেশ :-

স্টীলের তাপমাত্রা ° সে:	৮০০	৮৫০	৯০০	৯৫০	১০০০
প্রতি পাউন্ড স্টীলের					
প্রতি কোয়েকিং তেল (গ্যালন)	১.০	১.২৫	১.৫	১.৭৫	২.০

কোয়েকিং ট্যাঙ্কে যদি ঠাণ্ডা করার কোন ব্যবস্থা না থাকে, তাহলে উপরোক্ত হিসাবে তেল প্রয়োজন। আধুনিক সপে কোয়েকিং ট্যাঙ্কে জলের জ্যাকেট দিয়ে বা ট্যাঙ্কের তেল পাম্প করে বাহিরে জলের 'স্প্রে' দিয়ে ঠাণ্ডা করে আবার ট্যাঙ্কে নিয়ে আসা হয়। এইভাবে তেলের উপযুক্ত কোয়েকিং স্পীড রাখা সম্ভব।

#### ৪। হার্ডনিং এবং টেম্পারিং

একখণ্ড স্টীলকে হার্ড করা নীতিগতভাবে খুব সহজ। প্রয়োজন হ'ল ঐ খণ্ডকে গরম করা। নির্দিষ্ট তাপমাত্রা পৌঁছাইলে দানার পরিবর্তন সম্পূর্ণ হবে এবং সমস্ত আয়রন কার্বাইড সলিউসনে মিশে যাবে। স্বভাবতই স্টীলকে ততক্ষণই ঐ তাপমাত্রা রাখতে হবে যতক্ষণ না সব কার্বাইড সলিউসনে মিশে যায়। এই নির্দিষ্ট সময়কালকে 'সোক' বলে। যখন স্টীলে একটা সমতা এসেছে বলে মনে হবে, তখন স্টীলকে খুব দ্রুত ঠাণ্ডা করে নিতে হবে। একে 'কোয়েকিং' বলে। উদ্দেশ্য সমস্ত কার্বাইড দানাগুলি যেন স্টীলে সমভাবে ছড়িয়ে থাকতে পারে, আগের মত স্থানে স্থানে দলবদ্ধ না হয়ে যেতে পারে। মূল কথা হল, যত শীঘ্র স্টীলকে ঠাণ্ডা করা হবে তত সুন্দর ভাবে সর্বত্র কার্বাইড



দানা ছড়িয়ে থাকবে এবং স্টীলটি ভাল হার্ড হবে। হার্ড'নিং-এর এটি একটি স্পষ্ট খসড়া বলা যেতে পারে। কিন্তু আরও বহু রকম আভ্যন্তরীণ জটিল পরিবর্তন স্টীলের মধ্যে সংঘটিত হয়। স্টীলের সঙ্গে ফার্নেসের আবহাওয়ায় একটা রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্ভব, স্টীলের আকারের বিভিন্নতার জন্য কোথাও সঙ্কোচন, কোথাও প্রসারণ ঘটতে পারে এবং তজ্জন্ম 'স্ট্রেস' গড়ে উঠতে পারে। কারিগরকে স্টীলের শরীরের ভিতর প্রবেশ করে জেনে নিতে হবে 'কখন' 'কোথায়' এবং 'কি' ঘটবে—হীট ট্রিটমেন্ট করতে গেলে। জায়গায় জায়গায় নরম হয়ে গেল, কিম্বা ভদ্রুর (ব্রিটল) থেকে গেল, হার্ডনেসের গভীরতা হল না, চিহ্ন খেয়ে গেল বা স্টীল বেকে গেল—এই সব সম্ভাব্য ত্রুটি বুদ্ধিমান ও সতর্ক কারিগর প্রতিটি খুঁটিনাটির দিকে নজর রেখে পরিহার করতে পারবে। নিখুঁত হার্ডনিং করতে হলে দরকার—

স্টীলকে গরম করে যেতে হবে—

- ১) সঠিক অনুপাতে (ঘণ্টায়  $৮০^{\circ}$ — $১০০^{\circ}$  সে: হারে) প্রতি-ক্রিয়াহীন পরিবেশে,
- ২) ঠিক নির্দিষ্ট তাপাঙ্কে,
- ৩) সঠিক সময় ধরে (বেশী বা কম নয়) এবং
- ৪) পরে কোয়েঞ্চ করতে হবে সঠিক গতিতে।

সঠিক তাপাঙ্কে স্টীলকে গরম করে, ডাইমেনসনের প্রতি ইঞ্চি এক ঘণ্টা হিসাবে সোক দিয়ে কোয়েঞ্চ করতে হবে জলে, লবণ-জলে, কোয়েঞ্চিং তেলে, ফোর্সড এয়ার (রেয়ার) কিম্বা সন্ট-বাথের কোন একটাতে। কতক্ষণ কোয়েঞ্চ করা হবে তা পূর্বনির্দিষ্ট হওয়া অভিপ্রেত। সর্বশেষে স্টীলকে সাথে সাথে টেম্পার করে নেওয়া উচিত। কোয়েঞ্চিং স্ট্রেস দূর না করলে ত্রুটি থেকে যাবে।

কারখানার কাজকর্মে একটা সাধারণ ধারা বা নিয়ম থাকে, যাকে 'সপ্ প্র্যাকটিস' বলে। দেখা গেছে—

ধাতু	টেম্পারেচার° সে:	কোয়েঞ্চ
কার্বন টুলস্টীল (১.৪%—৬%)	৭৬০°—৮২০°	জল
এ্যালয় টুল স্টীল	৮৪০°—৯০০°	তেল
হাইস্পীড ( টাংস্টেন)	১২৫০°—১৩৫০°	ফোস'ড এরার
হট-ডাই "	১১৫০°	তেল

উপরোক্ত নিয়মে ভাল ফল পাওয়া যায় হার্ডনিং-এ। অবশ্য পরে নিশ্চয়ই টেম্পার করে নিতে হবে।

হার্ডনিং এর কাজে সর্ব প্রথম একটা নীচের তাপে (সাধারণতঃ ৬৫০° সে:) প্রিহীট করে নিতে হবে। এ্যালয় স্টীল তাপ গ্রহণ করে ধীরে। একেবারে সোজাসুজি নির্দিষ্ট তাপাঙ্কে স্টীলকে দিলে অসম তাপগ্রহণ করার জন্য কাজটিতে যথেষ্ট ত্রুটি ঘটতে পারে। সঠিক হারে গরম করা অত্যন্ত প্রয়োজনীয়। ভালভাবে টুল স্টীলের কাজ করতে গেলে তিন ভিন্ন ভিন্ন টেম্পারেচারের ফানে'স থাকা অতি আবশ্যকীয়।

হার্ডনিং কাজের পূর্ব প্রস্তুতিঃ—

হার্ডনিং হীট ট্রিটমেন্টের একটি সূক্ষ্ম কাজ। পার্টস গরম করবার পূর্বে কিছু অত্যন্ত প্রস্তুতির প্রয়োজন। স্টীল অবাস্তিত উপাদান যেমন টুলসে 'স্কেল' 'তেল' 'গ্রীজ' ইত্যাদি থাকলে খুব ভাল হার্ডনেস পাওয়া যায় না। এজন্য গরম করবার পূর্বে পার্টকে পরিষ্কার করে নিতে হবে। সোডামিশ্রিত গরম জলে তেল বা গ্রীজ পরিষ্কার হবে। স্কেল ও অবাস্তিত ময়লা তারের বুরুশ বা সাণ্ড-রাশ্টি প্রক্রিয়া দ্বারা পরিষ্কার করা যাবে। টুলসে গর্ত (ড্রিল হোল) করা থাকলে জলে কোয়েঞ্চ করা কালীন ঐ স্থান ফেটে যাবার সম্ভাবনা বেশী। সে জন্য গর্ত ভিজা 'এসবেসটস্' কিংবা সাধারণ মাটি দিয়া ভর্তি করে, তবে গরম করা উচিত। জু খেঁড় থাকলেও পূর্বোক্ত সতর্কতামূলক ব্যবস্থা নিতে হবে। ছোট ছোট পার্টস্ স্টীলপ্লেটে একসাথে

গরম করে কোয়েকিং ট্যাঙ্কে বিশেষ 'জালের বাস্কেট' ফেলে কোয়েকিং করা ভাল। ছোট টুল একটু লম্বা হলে (ট্যাপ, ড্রিল, রিমার) 'কোয়েকিং ফিক্সচার, তৈরী করে কোয়েকের ব্যবস্থা করা উচিত। বাঁকিয়া যাওয়া বা অসম হার্ডনেস রোধ করবার জন্য এই সতর্কতা প্রয়োজন। এই সকল কাজের জন্য কারিগর বিশেষ বিশেষ ধরনের সাঁড়াশী, কোয়েকিং জিগ, হীটিং প্লেট, ছক, স্প্রিং প্রস্তুত রাখবে। হেলিক্যাল স্প্রিং কোয়েকিং করবার সময় 'ম্যানড্রিল' লাগিয়ে সমান্তরালভাবে কোয়েকিং করতে হবে। পূর্বোক্ত সতর্কতাগুলির সাথে স্মরণ রাখতে হবে যে, পার্টস্ ফানেসে গরম করবার সময়  $500^{\circ}/600^{\circ}$  সে: অতিক্রম করার পর অপেক্ষাকৃত দ্রুত গতিতে ফানেসের তাপ বাড়াতে হবে নির্দিষ্ট তাপাঙ্কে। ফানেসের ভিতর (তেল/গ্যাস) একটু ধোঁয়াটেভাব (রিডিউসিং) রাখলে পার্টসে অযথা স্কেলিং হবে না।

টেম্পারিং :—

হার্ড করা স্টীল যথেষ্ট হার্ডনেস পাওয়া যায় কিন্তু টেনসাইল স্ট্রেংথ এবং ইলাসটিসিটি কমে যায়। কোয়েকিং করার দরুন স্ট্রেস হয়। এরপর টেম্পারিং করলে হার্ডনেস সামান্য কমলেও টেনসাইল ও বেনডিং স্ট্রেংথ বৃদ্ধি পায়। টেম্পারিং দ্বারা হার্ড করা স্টীলের স্ট্রেস দূরীভূত হবে। টেম্পারিং টেম্পারেচার বাড়ালে স্টীল 'টাই' হয়। অর্থাৎ প্রচণ্ড আঘাত সহ্য করতে পারে। যেমন ড্রপ-স্ট্যাম্পিং ডাই বা ল্যামিনেটেড স্প্রিং বেশী তাপে টেম্পার করা হয়। সাধারণতঃ কার্বন টুলস্টীল  $200^{\circ}-250^{\circ}$  সে:, স্প্রিং স্টীল  $300^{\circ}-350^{\circ}$  সে:, হাইস্পীড স্টীল টুলস্  $450^{\circ}-500^{\circ}$  সে: এবং ড্রপস্ট্যাম্পিং ডাই  $600^{\circ}$  সে: এ টেম্পার করা ভাল। টেম্পারিং এ কোন কোয়েকিং প্রয়োজন নাই। একমাত্র 'নিকেল-ক্রোম' স্টীল টেম্পার করলে ( $850^{\circ}$  সে: এর উর্দ্ধে) কোয়েকিং করতে হবে। তাহা না হলে 'টেম্পার ব্রিটলনেস' হবে এবং স্টীল চিড়্ খাবে।



কতকগুলি কাজ হার্ড করার সময় কোয়েঞ্চ করা কালীন স্টীলের নিজস্ব তাপে টেম্পার করা চলে, পুনরায় গরম করতে হয় না। যেমন ছেনী ( চিজেল )—ছেনীর প্রয়োজনীয় অংশটুকু কোয়েঞ্চ করে ছেড়ে দিলে টুলের বাকী অংশের তাপ ধীরে ধীরে হার্ড করা অংশকে টেম্পার করে। এই প্রথাকে 'সেলফ্ টেম্পার' বা 'ড্র' করা বলে।

হার্ডনিং করে নিম্ন তাপাঙ্কে টেম্পার করার পরও সব স্ট্রেন্স অপসারণ হয় না। এর জন্য অনেক সময় টুলের সেপ্ ও ডাইমেনসন্ পরে বদলে যায়। ইহাকে স্বাভাবিক 'এজিং' বলে। এই এজিং বেশী সময় নেয়। হীট ট্রিটমেন্ট করে কৃত্রিম 'এজিং' করে টুলের স্থায়ী 'সেপ্ ও ডাইমেনসন্' দেওয়া হয়। হার্ড টেম্পার করা স্টীলকে  $1000^{\circ}$ — $1150^{\circ}$  এ গরম করে  $10/20$  ঘণ্টা সোক দিয়ে তারপর ধীরে ধীরে ঠাণ্ডা করতে হয়।  $1000^{\circ}$  সেঃ এর নীচে এজিং করতে হলে ফুটন্ত জলে,  $1000^{\circ}$  সেঃ এর উপর এজিং করতে হলে 'গরম তেল' করা উচিত। সব ট্রিটমেন্টাই খুব ধীরে ধীরে করতে হবে।

টেম্পার করলে স্টীলে একটা অক্সাইডের রং হয় গায়ে, তা'দিয়ে টেম্পারিং টেম্পারেচার বোঝা যায়। ইহা নীচের তালিকায় দেওয়া হল।

টেম্পার রং	টেম্পারেচার
হালকা হলদে	$220^{\circ}$ সেঃ
বিচালি হলদে	$280^{\circ}$ „
হলদে বাদামী	$255^{\circ}$ „
ফোটা ফোটা লাল বাদামী	$265^{\circ}$ „
হালকা বেগুনী	$295^{\circ}$ „
গাঢ় বেগুনী	$275^{\circ}$ „
গাঢ় নীল	$295^{\circ}$ „
হালকা নীল	$315^{\circ}$ „
ধূসর	$330^{\circ}$ „

$330^{\circ}$  সেঃ এর পর আর রং দেখা যায় না। টেম্পার রং স্টীলে  $2/3$

মিনিট কাল পর্যন্ত থাকে। সাধারণ কার্বন স্টীল বা নিম্ন গ্র্যায় স্টীলেই ইহা দৃষ্ট হয়।

হার্ড'নেস পরীক্ষা :—

সাধারণতঃ কারখানায় 'ফাইল' দিয়ে ঘাস হার্ড'নের পরীক্ষা করা হয়। হীট ট্রিটার কিন্তু ঐ পরীক্ষায় সন্তুষ্ট হবেন না। ফাইলের সাহায্যে উপরের অবস্থা জানা যায়, হার্ড'নেসের গভীরতা জানা যায় না। সেই জন্য প্রচলিত যন্ত্র সাহায্যে হার্ড'নেস নিরূপণ করা হয়। 'ব্রিনেল হার্ড'নেস', রকওয়েল 'সি' বা সোর মেসিনের নির্দিষ্ট হার্ড'নেস অঙ্ক জানা প্রয়োজন। হার্ড ও টেম্পার করে নির্দিষ্ট হার্ড'নেস-অঙ্ক স্টীলে আনতে হবে।

নিম্নে তুলনামূলক হার্ড'নেস অঙ্ক দেওয়া হল—

ব্রিনেল নম্বর	রকওয়েল 'সি'	সোর
৬০১	৫৯	৮১
৫৫৫	৫৬	৭৫
৫১৪	৫২	৭০
৪৭৭	৪৯	৬৫
৪৪৪	৪৭	৬১
৪০১	৪২	৫৫
৩৬৩	৩৯	৫১
৩২১	৩৩	৪৫
২৮৫	২৯	৪০
২৪১	২১	৩৫

তাপ পরীক্ষা :

হীট ট্রিটমেন্টের প্রত্যেক কাজ একটা নির্দিষ্ট তাপাঙ্কে করতে হয়। এই জন্য সর্বদাই তাপ মাপবার যন্ত্রের সাহায্য অপরিহার্য। টেম্পারেচার রেকর্ডার, ইন্ডিকেটর, থার্মোমিটার, অপটিক্যাল পাইরো-মিটার এবং কিছু না থাকলে টেম্পারেচার কালার চার্ট অবশ্য প্রয়োজনীয়।

প্রচলিত টুলসের হার্ডনেস অঙ্ক—

টুলসের নাম	সোর নম্বর	ব্রিনেল নম্বর
ড্রপ ফোর্জিং ডাই (ছোট)	৪৯-৫৬	৩৭৫-৪৩০
ঐ (মাঝারি)	৪৫-৪৭	৩৪০-৩৭৫
ঐ (বড়)	৪০-৪৫	২৯৫-৩৪০
বেঞ্জিং ডাই	৬৭-৬৯	৫০০-৫২৫
ব্রাঙ্কিং ডাই	৭৯-৮২	৬২৫-৬৪৫
হুডিং ডাই (ঠাণ্ডা কাজ)	৭৪-৭৫	৫৬৫-৫৮০
ঐ ঐ (গরম কাজ)	৫৬-৬৫	৪২৫-৪৮৫
গ্রিপিং ডাই	৬৫-৬৮	৪৮৫-৫১৫
চিজেল (ঠাণ্ডা কাজ)	৭২-৭৪	৫৪০-৫৭৫
ঐ (গরম কাজ)	৬৫-৬৮	৪৮৫-৫১৫
ড্রিকট	৭২-৭৪	৫৪০-৫৬০
ফ্রামার হেড	৭৪-৭৬	৫৭০-৫৯০
স্ক্রু ড্রাইভার	৭২-৭৪	৫৩৫-৫৬০
স্প্যানার	৪৭-৫০	৩৭৫-৩৯৫
চাক 'জ'	৭২-৭৬	৫৪০-৫৯০
লেদ সেন্টার	৮৩-৮৯	৬৬০-৭০০
ব্রাঙ্কিং পাক্স (ঠাণ্ডা কাজ)	৭৬-৭৭	৫৯০-৬১৫
ঐ ঐ (গরম কাজ)	৬৫-৬৮	৪৮৫-৫১৫
স্লিয়ারসিং পাক্স (গরম কাজ)	৫৫-৫৯	৪২৫-৪৪৫
সীসার রেড	৭৩-৭৬	৫৫৫-৫৯০
হাইস্পীড স্টীল টুলস	৮০-৮৫	৬৩০-৬৫০
স্প্রিং (ছোট)	৬২-৬৫	৪৬০-৪৮৫
ঐ (মাঝারি)	৫৬-৬২	৪৩৫-৪৬০
ঐ (বড়)	৫০-৫৪	৩৯০-৪১৫

কার্বন (টুল ও স্ট্রাকচারাল) স্টীলের হীটিং ও হোলডিং টাইম :—

হার্ডনিং-এর সময় উপরোক্ত স্টীল পার্টস্ কতকগুলি ফার্নেসে গরম করে নির্দিষ্ট তাপাঙ্কে নিয়া যাওয়া উচিত (হীটিং টাইম) এবং কতকগুলি নির্দিষ্ট তাপাঙ্কে সোক দেওয়া উচিত (হোলডিং টাইম) তার একটা প্রচলিত নির্দেশ দেওয়া হল। মনে রাখতে



হবে ( হিটিং + হোলডিং ) টাইম এর বেশী সময় স্টীলের পক্ষে ক্ষতিকর ।

এ্যালয় স্টীলের বেলায় হিটিং টাইম ( ২৫—৫০ )% বাড়িয়ে নিতে হবে ।

পার্টসের ঘনত্ব ব্যাস : (মিলিমিটার)	গ্যাস বা তেলের ফার্নেস		সল্ট বাথ	
	হিটিং টাইম মিঃ	হোলডিং টাইম মিঃ	হিটিং টাইম মিঃ	হোলডিং টাইম মিঃ
২৫	২০	৫	৭	৩
৫০	৪০	১০	১৭	৮
৭৫	৬০	১৫	২৪	১২
১০০	৮০	২০	৩৩	১৭
১২৫	১০০	২৫	৪০	২০
১৫০	১২০	৩০	৫০	২৫
২০০	১৬০	৪০	৬৫	৩৫

#### ৫। এ্যানিলিং/নরমালাইজিং

ইঞ্জিনিয়ারিং শিল্পে এ্যানিলিং এর প্রচলন খুব ব্যাপক এবং গুরুত্বপূর্ণ। উদ্দেশ্য স্টীলকে নরম করা, অসম স্ট্রাকচার দূর করা, দানা বিশুদ্ধ করা এবং সর্বোপরি স্টীলকে পরবর্তী হীট ট্রিটমেন্টের উপযোগী করা।

স্টীলকে এ্যানিল করতে হলে আপনার ক্রিটিক্যাল টেম্পারেচারের কিছু উপরে ( চিত্র ১ দ্রষ্টব্য ) গরম করে নিয়ে, অতি ধীরে ধীরে ঠাণ্ডা করে নিয়ে আসতে হবে একেবারে বাহিরের আবহাওয়ার তাপাঙ্কে। ধীরে ঠাণ্ডা করার দরুণ অস্টেনাইট দানা ফেরাইট পারলাইট দানায় পরিবর্তিত হয়। ( ০.৩—০.৪ )% কার্বন স্টীল নরমালাইজিং এর চেয়ে এ্যানিলিং বাঞ্ছনীয়, কারণ এ্যানিলিং দ্বারা মেনিসে কাটবার যোগ্যতা বৃদ্ধি হয় এবং স্ট্রেস দূরীকরণ আরও ভাল হয়।

রোলিং, ফোর্জিং, ষ্ট্যাম্পিং, ওয়েলডিং প্রভৃতি কার্যের পর স্টীলে দানা কোর্স বা মোটা হয়ে যায়। নরমালাইজিং করা হয়

এই মোটা দানা (কোস'গ্রেন) অপসারণ করিবার জন্য। নর-মালাইজ করলে স্ট্রিংথ বাড়ে (এ্যানিলিং এর চেয়ে), স্ট্রেস অপ-সারিত হয়। স্টীলকে আপার ক্রিটিক্যাল এর উপর গরম করে (চিত্র ১ দ্রষ্টব্য) অল্প সোক দিয়ে বাহিরের আবহাওয়ায় ঠাণ্ডা করে নিতে হবে। এ্যানিলিং এর চেয়ে দ্রুত ঠাণ্ডা হওয়ার দরুণ স্টীলের স্ট্রিংথ বৃদ্ধি হয় এবং অপেক্ষাকৃত হার্ড থাকে। সে জন্য, নরমালাইজ করলে—ইম্পিট মেকানিক্যাল প্রপার্টিজের উন্নতি হয়। এ্যানিল করলে—মেসিনে কাটবার ক্ষমতা বৃদ্ধি ও অভ্যন্তরীণ স্ট্রেস দূর হয়। এ্যানিলিং বা নরমালাইজিং করার পরে স্টীলের গ্রেন বা দানার উন্নতি সাধন হয়।

নিম্নে এ্যানিল এবং নরমালাইজ করা কার্বন স্টীলের তুলনা মূলক হার্ডনেস তালিকা প্রদত্ত হল—

ব্রিনেল হার্ডনেস নাম্বার—

অবস্থা	লো-কার্বন	মিডিয়াম	হাই-কার্বন	টুল-স্টীল
এ্যানিল করা	১২৫	১৬০	১৮৫	২২০
নরমালাইজ কর	১৪০	১৯০	২৩০	২৭০

৬। কেস হার্ডনিং

ইঞ্জিনিয়ারিং কাজে অনেক সময় স্টীলের উপরিভাগ শক্ত ও ক্ষয়হীনতার এবং অভ্যন্তরে টাক্‌নেসের প্রয়োজন হয়। উদাহরণ স্বরূপ বানবাহনের 'মোস্ন পিন' ধরা যেতে পারে। পিনকে যেমন বেয়ারিং এর স্থানে ওজন ধরে থাকতে হবে তেমনি ঘর্ষণ দরুণ ক্ষয় বন্ধ করতে হবে। ০.২% কম কার্বনের স্টীল 'টাক' হবে ভিতরে এবং ০.৯% কার্বন স্টীলকে উপযুক্ত হার্ড করলে ক্ষয়হীনতা আসবে উপরে।

এই অবস্থায় কম কার্বনের স্টীলকে কার্বুরাইজ করে নিয়ে পরে হার্ড করলে উপরোক্ত ইম্পিট প্রপার্টিজ পাওয়া যায়। সাধারণতঃ 'প্যাক-কার্বুরাইজিং' হল প্রচলিত প্রথা। কাষ্ট আয়রণ স্টীলের

বাক্সের মধ্যে মাইল্ড স্টীলের দ্রব্যগুলিকে কার্বুরাইজিং মশলার সহিত প্যাক করে বাক্সটিকে ঢাকনা দিয়ে চারিপাশে ভিজা মাটি দিয়ে জুড়ে দিতে হবে। গরম করা কালীন বাক্সের ভিতর থেকে যাতে গ্যাস বের না হয়ে যায় এইদিকে দৃষ্টি রাখতে হবে। ঠাণ্ডা ফার্নেসে বাক্সটিকে ভরে ধীরে ধীরে গরম করে যেতে হবে।  $৮৬০^{\circ}$ — $৯৫০^{\circ}$  সেঃ হচ্ছে প্রয়োজনীয় তাপাঙ্ক। এই তাপাঙ্কে গ্যাসের কার্বন স্টীলের মধ্যে অনুপ্রবেশ করে এবং উপরিভাগে প্রায় ০.৮৫% পর্যন্ত কার্বন যোগ করে। এর জন্য প্রায় ৮/১০ ঘণ্টা সোক দিতে হবে। মসলাটি সাধারণতঃ সক্রিয় কাঠ কয়লা ৭০ ভাগ এবং সোডিয়াম কার্বোনেট ও বেরিয়াম কার্বোনেট মিশিয়ে তৈরী হয়। এরপর দ্রব্যগুলি সাধারণভাবে মিডিয়ম কার্বন স্টীলের মত [ $৭৬০^{\circ}$ — $৭৮০^{\circ}$ ] সেঃ তে হার্ড করলে বাহিরে হার্ড এবং ভিতরে [কোরে] টাক্ থাকবে। দরকার মনে করলে টেম্পার [ $১৮০^{\circ}$ — $২০০^{\circ}$ ] সেঃ এ করা উচিত। নীচে কেস গভীরতা ও হোল্ডিং টাইমের একটা তালিকা দেওয়া হল।

কার্বুরাইজিং টেম্পারেচার  $৯২০^{\circ}/৯৩০^{\circ}$  সেঃ—

গভীরতা	হোল্ডিং টাইম	গভীরতা	হোল্ডিং টাইম
০.৪—০.৭ মিঃ	৪—৫ ঘণ্টা	১.৪—১.৮ মিঃ	১১ ১/২—১৬ ঘণ্টা
০.৬—০.৯ „	৫ ১/২—৬ ১/২ ঘঃ	১.৬—২ „	১৪—১৯ „
০.৮—১.২ „	৬ ১/২—১০ ঘঃ	১.৮—২.২ „	১৬—২২ „
১—১.৪ „	৮—১১ ১/২ ঘঃ	২—২.৪ „	১৯—২৪ „
১.২—১.৬ „	১০—১৪ ঘঃ		

সায়ানাইডিং ও কার্বোনাইট্রাইডিং :—

সায়ানাইডিং ও কার্বোনাইট্রাইডিং—কেস হার্ডনিং এর আর এক প্রকার প্রথা। ইস্পাতকে কার্বন ও নাইট্রোজেন এর ঘনিষ্ঠ পরিবেশে গরম করলে ইস্পাতের মধ্যে কার্বন ও নাইট্রোজেন প্রায় ২ মিমি স্তর পর্যন্ত অনুপ্রবেশ করে। এরপরে ইস্পাতের কাজটিকে হার্ড ও টেম্পার করে নিতে হবে। কাজটির উপরিভাগ হার্ড এবং ক্ষয়শীলতা-প্রতিরোধী হবে। সায়ানাইডিং প্রথায় কার্বুরাইজিং প্রথার চেয়ে



সময় অনেক কম লাগে। সরাসরি কাজটিকে হাড' করা যায়। এই কারণে দ্রুত উৎপাদনে এই প্রথা সহায়ক। নিম্ন কার্বনের যন্ত্রাংশ বিশেষতঃ মোটর গাড়ী বা স্কুটারের পার্ট'স (বোল্ট, গিয়ার, স্ক্রু, শাফট, ব্লীভ, ক্যাম, পিন্ ইত্যাদি) কেস হাড' করতে হলে সায়ানাইডিং করে ভাল ফল পাওয়া যায়। সোডিয়াম সায়ানাইড, পটাসিয়াম সায়ানাইড ও পটাসিয়াম ফেরো সায়ানাইডের মিশ্রণ, বাথে গরম করে সাধারণতঃ  $৮২^{\circ}$  --  $৮৭^{\circ}$  সে: এ গলিয়ে তরল করতে হবে। যন্ত্রাংশটি নির্দিষ্ট সময় পর্যন্ত বাথে নিমজ্জিত করে রেখে পরে তেলে কোয়েক করতে হবে। সাধারণতঃ এই প্রথায় কেস গভীরতা ০.১ থেকে ০.৩ মিমি রাখা উচিত। যদি বেশী কেস গভীরতার প্রয়োজন হয় তাহলে বাথের তাপাঙ্ক বাড়িয়ে দিতে হবে।  $৯০^{\circ}$  /  $৯৪^{\circ}$  সে: এর বাথে প্রায় ১.৫ মিমি থেকে ২ মিমি কেস গভীরতা পাওয়া যায়। নিম্নে  $৮২^{\circ}$  /  $৮৪^{\circ}$  সে: এর সায়ানাইড বাথে কাজ করলে প্রাপ্তব্য কেস গভীরতা ও নিমজ্জন সময়ের একটা নির্দেশিকা দেওয়া হল।

কেস-গভীরতা	নিমজ্জন সময়
০.১ মিমি	১০ মিনিট
০.১৫ ”	২০ ”
০.২০ ”	৪০ ”
০.২৫ ”	৬০ ”
০.৩০ ”	৯০ ”
০.৪০ ”	১৮০ ”

সায়ানাইড সল্ট বিষাক্ত বলে নিরাপত্তার জ্ঞাত কতকগুলি নির্দিষ্ট উপদেশ পালন করতে হবে। এই সব সতর্কতা সকলকে মানতে হবে।

১] সায়ানাইড বাথের চারিপাশে ঢাকনা থাকবে এবং গ্যাস বাহির হবার সুষ্ঠু ব্যবস্থা থাকবে। পরিবেশে বাথ চলাচলের সুব্যবস্থা রাখতে হবে।

২) সায়ানাইড সন্ট ওজন করা, বাথে সন্ট ঢালা, যন্ত্রাংশ বাথে নিমজ্জিত করা বা তুলে নেওয়া এবং তেলে কোয়েঞ্চ করার সময় কারিগর সর্বদাই রবারের দস্তানা পরে কাজ করবে।

৩) যন্ত্রাংশ বা কাজের সাঁড়াশী ইত্যাদি শুষ্ক থাকবে। কারণ গরম বাথে জল পড়লেই গলিত সায়ানাইড সন্ট ছিটকে শরীরে লাগবে।

৪) যে ঘরে সায়ানাইডিং এর কাজ হবে সেখানে কোন রকম আহার, পান বা ধূমপান নিষিদ্ধ।

৫) কাজের শেষে ঘর থেকে বাহির হবার পূর্বে কারিগর সাবান দিয়ে হাত ধুয়ে ফেলবে।

৬) শরীরের বাহিরাবরণ কোন বস্ত্র ঘরের বাহিরে নিয়ে যাওয়া নিষিদ্ধ।

৭) সায়ানাইড বাথে কাজ করার সাঁড়াশী ইত্যাদি অগ্নি বাথে ব্যবহার করা চলবে না। অথবা অগ্নি বাথে ব্যবহার করা সাঁড়াশীর সায়ানাইড বাথে ব্যবহার করা চলবে না। এতে বিস্ফোরণের ভয় আছে। এই সতর্কতা অবশ্য পালনীয়।

৮) তেলে যন্ত্রাংশটি কোয়েঞ্চ করার পর এ থেকে সায়ানাইড সল্ট প্রশমন (নিউট্রালাইজ) করে নিতে হবে। যন্ত্রাংশের গায়ে লেগে থাকা সন্ট হতে আর কোন বিষ প্রতিক্রিয়ার ভয় থাকবে না।

প্রশমন (নিউট্রালাইজিং) ট্যাঙ্কে 'ফেরাস সালফেট' সলিউশন থাকে (৩-৫%) স্ট্রেন্থের। যন্ত্রাংশটি ৫-১০ মিনিট ডুবিয়ে রাখতে হবে। এরপর (৬০°—৮০°) সেঃ এর একটি গরম জলের বাথে যন্ত্রাংশটি ৫মিঃ ডুবিয়ে রেখে ভাল করে ধুয়ে নিতে হবে। এখন যন্ত্রাংশ সম্পূর্ণ নিরাপদ বলে ধরা যেতে পারে। রকমারী ডিজাইন বা সেকসনের কাজ এবং রকমারী কেস গভীরতার কাজ হলে একসাথেই একই সায়ানাইড বাথে হীট ট্রিটমেন্ট করা যায়। সেদিক থেকে সায়ানাইড বাথ প্রথা খুব সুবিধাজনক।

কার্বো'নাইট্রাইডিং :

যদি একই রকমের কাজ এবং একই কেস-গভীরতার প্রয়োজন হয় ও কাজটি ম্যাস-প্রডাকসনের প্রয়োজন হয়, সেক্ষেত্রে গ্যাস সায়ানাইডিং (কার্বো'নাইট্রাইডিং) প্রথা উত্তম ব্যবস্থা। এ্যামোনিয়া ও কার্বুরাইজিং গ্যাসের মিশ্রণের পরিবেশে ফার্নেসে ইম্পাতের যন্ত্রাংশকে গরম করলে কার্ব'ন ও নাইট্রোজেন যন্ত্রাংশের উপরি-ভাগের স্তরে অনুপ্রবেশ করে। (৭০—৮০)% ঘনফলের পরিমাপ কার্ব'নরাইজিং গ্যাস ও (৩০—২০)% ঘনফলের পরিমাপ এ্যামোনিয়া গ্যাসের মিশ্রণ ব্যবহার করা হয়। তাপাঙ্ক (৮২০°—৮৫০°) সে: ০.১ মিলিমিটার কেস-গভীরতার জন্য প্রায় ১ ঘণ্টা সোক দিতে হয়। দেখা যাচ্ছে সমান কেস-গভীরতার 'গ্যাস-সায়ানাইডিং' 'বাথ-সায়ানাইডিং' এর চেয়ে অনেক মন্থর। সুবিধা এই যে এখানে সরাসরি করিগরের সায়ানাইডের ঘনিষ্ঠতা নেই সুতরাং নিরাপত্তার ব্যবস্থা যথেষ্ট বিশদ করবার প্রয়োজন নেই। সায়ানাইড করা কেস, হার্ড করলে প্রায় ৬৫০ ব্রিনেল হার্ডনেস পাওয়া যায়।

৭। কাষ্ট-আয়রণ [ ঢালাই লোহা ] এর হীট ট্রিটমেন্ট :

কাষ্ট-আয়রণ বা ঢালাই লোহা হল লোহা ও কার্ব'নের মিশ্রণ। ঢালাই লোহায় ২%—৪.৫% কার্ব'ন থাকে। ইহা ছাড়া সিলিকন, ম্যানগানিজ, ফসফরাস ও সালফার থাকে প্রায় ইম্পাতের মতই। কার্ব'ন থাকে হুই ভাবে।

১) যৌগিক কার্ব'ন—'সিমনটাইট'

২) মৌলিক কার্ব'ন—'গ্রাফাইট'

যে কাষ্ট-আয়রণে শুধু যৌগিক কার্ব'ন থাকে তাকে, হোয়াইট কাষ্ট-আয়রণ বলে। যে কাষ্ট-আয়রণে বেশীর ভাগ মৌলিক কার্ব'ন থাকে এবং অল্প যৌগিক কার্ব'ন থাকে তাকে গ্রে কাষ্ট-আয়রণ বলে।

গ্রে কাষ্ট আয়রণ :—মেশিন প্রভৃতির মূল কাঠামো গ্রে কাষ্ট-



আয়ারণ দিয়ে প্রস্তুত হয়। এজন্য মেশিন নির্মাণের কারখানায় গ্রে কাষ্ট-আয়ারণ এ্যানিলিং করবার প্রয়োজন হয়। ঢালাই করবার সময় ছোটখাট ক্রটিবিচুতির জন্য ঢালাই কাজের উপরিভাগ শক্ত (চিল্ড) হয়ে যায়। কাজটিকে মেশিনে কাটবার সুবিধার জন্য এ্যানিল করে নিতে হবে। গ্রে কাষ্ট আয়ারণের ঢালাই কাজের হার্ডনেস কমাতে এবং মেশিনে সহজে কাটবার উপযোগী করতে কাজটিকে একটি ফার্নেস  $[৮৫০^{\circ}-৯৫০^{\circ}]$  সে: তাপে ১—২ ঘণ্টা সোক দিয়ে পরে ঠাণ্ডা করে নিতে হবে। যে সিমেন্টাইট (যৌগিক কার্বন) এর দরুণ 'চিল্ড' হয়েছে ঢালাই, সেই সিমেন্টাইট-এই এ্যানিলিং করার দরুণ বিয়োজিত হয়ে যায় 'ফেরাইট' ও 'গ্রাফাইটে'। মৌলিক কার্বন [গ্রাফাইট] পাওয়া যাবে বেশী ঢালাই কাজটিতে, ফলে মেশিনে কাটতে সুবিধা হবে। ছোট ছোট পাতলা ঢালাই কাজ এইভাবে এ্যানিল করতে গেলে বেঁকে যেতে পারে। এজন্য ছোট ছোট কাজ স্টীলের ট্রেতে কাষ্ট-আয়ারণের 'ড্রিলিংস' এর সাথে ভর্তি করে এ্যানিলিং করলে ভাল ফল হয়।

গ্রে কাষ্ট-আয়ারণে প্রস্তুত রোলার, ব্লস, চেন, হুইল, পিস্টন, রিং—হার্ডনিং এবং টেম্পারিং করা হয় ক্ষয়শীলতারোধী করার জন্য। কাষ্টিং বস্তুটি একটি ফার্নেসে  $(৮০০^{\circ}-৯০০^{\circ})$  সে: এ গরম তেলে কোয়েঞ্চ করতে হবে। পরে  $৩৫০^{\circ}/৪৫০^{\circ}$  সে: এ টেম্পার করে নিতে হবে ১ ঘণ্টা সোক দিয়ে। হার্ডনেস পাওয়া যাবে ৩০০—৩৫০ ব্রিনেল হার্ডনেস নাম্বার।

ফেরয়ডাল গ্রাফাইট কাষ্ট-আয়ারণ:—

আধুনিক প্রথায় গ্রে কাষ্ট আয়ারণের কাজে আরও শক্তির মান বৃদ্ধি করার জন্য তরল গলিত কাষ্ট আয়ারণে ঠিক ছাঁচে ঢালবার পূর্বে কিছু 'ফেরোসিলিকন' ও 'ম্যাগনিসিয়ামের'র গুঁড়া দেওয়া হয়। ঢালাই কাজটি এই প্রথায় আরও শক্তিশালী হয়। ইহাতে ঢালাই এর দানা উপগোলক (ফেরয়ডাল) গ্রাফাইটে পরিণত

হয়। 'ফেরায়ডাল গ্রাফাইট কাষ্ট আয়ারণ' একটি উচ্চ শক্তিশালী কাষ্ট আয়ারণ। একে এ্যানিল করে নিলে ডাকটিলিটি ও টাক্নেস বাড়ে। ফার্নেসে  $৯০০^{\circ}$ - $৯৫০^{\circ}$  সেঃ এ ধীরে ধীরে গরম করে ১-৩ ঘণ্টা সোক দিতে হবে। তাপ কমিয়ে  $৭০০^{\circ}$ - $৭২০^{\circ}$  সেঃ এ পুনরায় ১/৩ ঘণ্টা সোক দিয়ে ঠাণ্ডা করে নিতে হবে। প্রকরণটি অনবচ্ছেদ অর্থাৎ একটানা করে নিতে হবে।  
ম্যালিয়েবল কাষ্ট আয়ারণঃ—

গ্রে কাষ্ট আয়ারণে ডাকটিলিটি ও টাক্নেস পর্যাপ্ত নয়।  $২.৫$ - $২.৮\%$  কার্বন আছে এমন হোয়াইট কাষ্ট আয়ারণকে এ্যানিল করে নিলে কম গ্রাফাইট হওয়ার দরুন কাষ্ট আয়ারণের মেকানিক্যাল প্রপার্টিজ খুব উন্নত হয়। এইমত এ্যানিল করা হোয়াইট কাষ্ট আয়ারণকে 'ম্যালিয়েবল কাষ্ট আয়ারণ' বলে। এসব কাষ্ট আয়ারণে  $১\%$ এর বেশী সিলিকন এবং  $০.৫\%$  এর বেশী ম্যানগানীজ থাকবে না। হোয়াইট কাষ্ট আয়ারণকে ম্যালিয়েবল কাষ্ট আয়ারণ করতে হলে দুই ধাপে এ্যানিল করতে হবে। প্রথম ধাপে ( $৯০০^{\circ}$ - $৯৫০^{\circ}$ ) সেঃ-এ এ্যানিল করতে হবে, সময় নেবে প্রায় ৩৫ ঘণ্টা, তার মধ্য থেকে সোক ১৮-১৯ ঘণ্টা, বাকিটা 'হিটিং টাইম'। পরের ধাপে ফার্নেসের তাপ নির্দিষ্ট তাপাঙ্কে নেমে এলে ( $৭৬০^{\circ}$ - $৭২০^{\circ}$ ) সেঃ, সোক চলবে আবার প্রায়  $২৫/২৬$  ঘণ্টা। এই প্রথায় সবশুদ্ধ সময় নেবে প্রায় তিনদিন। ম্যালিয়েবল কাষ্ট আয়ারণে 'ফেরাইট', 'গ্রাফাইট' ও 'পারলাইট' থাকার জন্য গ্রে কাষ্ট আয়ারণের চেয়ে মানে উন্নত হয়।  
লোহা ছাড়া অন্যান্য ধাতুর হীট ট্রিটমেন্ট—

তামা/এ্যানিলিংঃ—

অন্যান্য শুদ্ধ ধাতুর মত তামা এ্যানিলিং করাই চলে।  $৫০০^{\circ}$ - $৭০০^{\circ}$  সেঃ এ গরম করে অল্প সোক দিয়ে জলে ঠাণ্ডা করলে স্ট্রেস রিলিভ হবে। এবং উপরিভাগ পরিষ্কার হয়ে যাবে।

এ্যাসিড দ্বারা পরিষ্কার না করে তামা এইভাবে এ্যানিল করাই শ্রেয় ।

পিতল/এ্যানিলিং:—

পিতলের অনেক জিনিস (ক্যাপ, কাতুর্জ কেস, আলোর ক্যাপ, পাইপ, রড গুদাম ঘরে থাকা কালীন আপনা থেকেই চিড় খেয়ে যায় । ইহাকে 'সিজন্ ক্র্যাকিং' বলে । এইসব পিতলের বস্তুকে  $300^{\circ}$  সে:—এ এক ঘণ্টা সোক দিয়ে এ্যানিল করলে স্ট্রেস দূর হয়ে যাবে । ব্যবহার কালীন চিড় খেয়ে যাবে না । হার্ডনেস কমে যাবে অল্প কিন্তু 'ক্র্যাকিং' এর ভয় থাকে না ।

ব্রোঞ্জ এ্যানিলিং :—

ব্রোঞ্জের জিনিস ব্রাইট এ্যানিলিং করা হয় সুসংরক্ষিত ফার্নেস পরিবেশে  $800^{\circ}$ — $600^{\circ}$  সে:—এ ।

বেরিলিয়াম—কপার (তামা) এ্যালয় :—

ব্রাইট এ্যানিলিং করা হয়  $995^{\circ}$ — $800^{\circ}$  সে: এ এবং পরে জলে কোয়েঞ্চ করতে হয় ।

হার্ড'নিং করতে হলে এ্যানিল করার পরই  $250^{\circ}$ — $325^{\circ}$  সে: এ গরম করতে হবে ।

এ্যালুমিনিয়াম :—

পিণ্ডের এ্যালুমিনিয়াম এ্যানিল করা হয়  $250^{\circ}$ — $420^{\circ}$  সে:—এ । ফোর্জ করা, রোল করা সস্তার  $350^{\circ}$ — $480^{\circ}$  সে: এ গরম করাই ভাল ।

এ্যালুমিনিয়ামের অন্যান্য এ্যালয় থেকে প্রস্তুত শীট রড, টিউব, তার ইত্যাদি এ্যানিল করতে হয়  $250^{\circ}$ — $800^{\circ}$  সে: এ ।

মলিউসন্ ট্রিটমেন্ট— $800^{\circ}$ — $560^{\circ}$  সে: এ

প্রেসিপিটেশন হার্ড'নিং— $100^{\circ}$ — $200^{\circ}$  সে:—এ

স্ট্রেস রিলিভিং— $100^{\circ}$ — $200^{\circ}$  সে: এ



সিকেল-সিলভার :—

১০%—৩০% নিকেলের (কপার-নিকেল-জিঙ্ক) এ্যালয় এ্যানিল করা হয়  $৬৫০^{\circ}$ — $৮০০^{\circ}$  সে: সে: এ।

ম্যাগনিসিয়াম :—

পিওর ম্যাগনিসিয়াম এ্যানিল করা হয়  $১৮০^{\circ}$ — $৪০০^{\circ}$  সে: এ।

নিকেল :—

পিওর নিকেল এ্যানিল করা হয়  $৬০০^{\circ}$ — $৮০০^{\circ}$  সে: এ।

মোনেল মেটাল এ্যানিল করা হয়  $৬৫০^{\circ}$ — $৮০০^{\circ}$  সে: এ।

সিলভার (রূপা) :—

রূপা এ্যানিল করা হয়  $৬০০^{\circ}$ — $৮০০^{\circ}$  সে: এ।

২। হাইস্পীড স্টীল টুল হার্ড'নিং :—

কাব্বন স্টীল বা নিম্ন এ্যালয় স্টীলের টুল হার্ড'নিং এর প্রথা থেকে হাইস্পীড স্টীলের টুল হার্ড'নিং প্রথার যথেষ্ট পার্থক্য আছে এবং ইহা গুরুত্বপূর্ণ। হাইস্পীড স্টীলের তাপ-পরিবাহিতা (থার্মাল কন্ডাকটিভিটি] খুব কম, অর্থাৎ গরম হতে অনেক দেরী লাগবে। এজন্য টুল গরম করতে হবে ধাপে ধাপে। ছোট হাইস্পীড টুলস প্রথম  $৮০০^{\circ}$ — $৮৫০^{\circ}$  সে: এ গ্রীহীট করে নিতে হবে। পরের ধাপে অথ ফার্নেস বা বাথে  $১২৫০^{\circ}$ — $১৩৫০^{\circ}$  সে:-এ স্থায়ী হার্ড'নিং তাপে গরম করতে হবে। বড় আকারের টুলস তিন ধাপে গরম করতে হবে। এর জন্য ভিন্ন ভিন্ন ফার্নেস বা বাথ নির্দিষ্ট তাপক্ষে প্রস্তুত রাখতে হবে।

প্রথম গ্রীহীট— $৩১০^{\circ}$ — $৩৫০^{\circ}$  সে: এ

দ্বিতীয় গ্রীহীট— $৮০০^{\circ}$ — $৮৫০^{\circ}$  সে: এ

শেষে ফার্নেস বা বাথে—বেরিয়ম ক্লোরাইড বাথই সর্বোৎকৃষ্ট। নির্দিষ্ট তাপে গরম করতে হবে। প্রয়োজনের অতিরিক্ত 'হোল্ডিং টাইম' দিলে টুলের কাব্বন নষ্ট হবে এবং দানা বেশী বড় হবে। সেজন্য মাঝে মাঝে টুল পরীক্ষা করতে হবে কেমন রং নিচ্ছে।

টুলের রঙ যখন বাথ সন্টের বা ফানেসের রঙের সাথে মিলে যাবে তখন টুল কোয়েঞ্চ করতে হবে। রোয়ারের হাওয়া, তেল বা নাইট্রেট-সন্ট বাথে কোয়েঞ্চ করা চলবে। নাইট্রেট-সন্ট বাথের তাপ  $800^{\circ}$ — $600^{\circ}$  সে:-এ রাখতে হবে। তেলে কোয়েঞ্চ করলে টুল প্রথম  $1000^{\circ}$  থেকে  $900^{\circ}$  সে:-এ তাপ নামিয়ে তারপর তেলের ট্যাঙ্কে ডোবাতে হবে। তেলের কোয়েঞ্চিং-এ এই সতর্কতা না নিলে টুলে চিড়ি খাবে। তেলে থাকা কালীন যখন টুলের গায়ে অল্প অল্প ধোঁয়া উঠতে থাকবে, অর্থাৎ টুলের তাপ যখন প্রায়  $1500^{\circ}$ — $2000^{\circ}$  সে:—সেই সময় তেল থেকে উঠিয়ে নিয়ে বাহিরে ঠাণ্ডা করতে হবে। সবশেষে টুল  $550^{\circ}$ — $560^{\circ}$  সে: এ টেম্পার করতে হবে। সবশেষে টুল  $550^{\circ}$ — $560^{\circ}$  সে:-এ টেম্পার করতে হবে। হার্ডনেস পাওয়া যাবে প্রায় ৬৪০/৬৮০ ব্রিনেল হার্ডনেস নান্বার। পুরাণো বা ব্যবহৃত হাইস্পীড টুলকে পুনরায় হার্ড করতে হলে প্রথমে টুলটি এ্যানিল করে নিতে হবে।

১০। স্টেনলেস এবং হীট রেজিস্ট্যান্ট স্টীল হার্ডনিং ও টেম্পারিং :

স্টীম টারবাইন ব্লেড, ছুরী, কাঁচি, অগ্ন্যস্ত্র ফিটিংস, ভেলের পাম্প ভালভ পার্টস ইত্যাদি তৈরী হয় কার্বন (০.১৫%) ও ক্রোমিয়াম [৪—১২]% স্টীল থেকে। এদের হার্ড ও টেম্পার করতে হলে নিম্নলিখিত প্রকরণে করা যাবে।

১। প্রীহীট করতে হবে  $920^{\circ}$ — $820^{\circ}$  সে: এ।

২। হার্ড করতে হবে  $950^{\circ}$ — $1000^{\circ}$  সে: এ।

ঠাণ্ডা করতে হবে রোয়ারের হাওয়ায়।

৩। টেম্পার করতে হবে  $195^{\circ}$ — $190^{\circ}$  সে: এ।

পকেট ছুরি, কাঁচি, ডাক্তারি শল্য-চিকিৎসার শস্ত্র ইত্যাদি প্রস্তুত হয় কার্বন [০.৫৫—১]% ও ক্রোমিয়াম [১৫—১৮]% স্টীল থেকে। এদের হার্ড ও টেম্পার করতে হলে—

১) প্রীহীট করতে হবে  $920^{\circ}$ — $820^{\circ}$  সে: এ।

২) হার্ড করতে হবে ৯৯০°—১০৫০° সে: এ।

৩) টেম্পার করতে হবে ১৭৫°—৪২৫° সে: এ।

কতকগুলি ট্রিটমেন্ট নির্দেশ নীচে দেওয়া হল—

স্টীল	ট্রিটমেন্ট ° সে:	কোয়েক	টেম্পার ° সে
১. ০.২৫% কার্বন	নরমালাইজিং ৮৮০		
২. ০.৫% কার্বন স্ট্রীং	হার্ড'নিং ৮০০-৮৩০	জল	৩৭০-৪৫০
৩. ১% কার্বন স্ট্রীং	হার্ড'নিং ৭৮০-৮০০	তেল	৩৫০-৪৫০
৪. ০.৫% কার্বন স্ট্রীং তার	হার্ড'নিং ৮০০-৮৩০	জল	২৩৫-৩৫০
৫. ০.৯-১.১% কার্বন স্ট্রীং স্পাইরাল	হার্ড'নিং ৮৫০-৮৭৫	তেল	৪৫০-৫০০
৬. ০.৫% কার্বন ১.৫-২% সিলিকন ল্যামিনেটেড	ফর্মিং ও হার্ড'নিং ৯০০-৯৫০	তেল	৪৮০-৫৪০
৭. ০.৫% কার্বন ১.৫-২% সিলিকন-ল্যামিনেটেড রেলওয়ে স্ট্রীং	ফর্মিং ও হার্ড'নিং ৯০০-৯৫০	তেল	৪৫০-৫৫০
৮. ৯-১০% টাংস্টেন হট-ডাই স্টীল	প্রীহীট ৭৮০ হার্ড'নিং ১১০০-১১৫০	ফোর্সড এয়ার	৬০০-৭০০
৯. ১৪% টাংস্টেন হাই-স্পীড স্টীল	প্রীহীট ৮৫০ হার্ড'নিং ১২৮০	"	৫৫০
১০. ১৮% টাংস্টেন হাই-স্পীড স্টীল	প্রীহীট ৮৫০ হার্ড'নিং ১৩০০	"	৫৬০
১১. ২২% টাংস্টেন হাই-স্পীড স্টীল	প্রীহীট ৮৫০ হার্ড'নিং ১৩৫০	"	৫৬০

১১) হার্ড'নিং পরবর্তী দোষ ত্রুটি :—

হার্ড'নিং-উত্তর স্টিলে নানাভাবে সানারকম দোষ ত্রুটি এসে যায়।

নিম্নে প্রধান ত্রুটিগুলি দেওয়া হল—

১) অক্সিডেশন ও ডিকার্বুরিজেশন।

- ২) কোয়েকিং এর পর চিড় খেয়ে যাওয়া।
- ৩) বাঁকিয়া যাওয়া।
- ৪) আয়তন পরিবর্তন।
- ৫) নির্দিষ্ট মেকানিক্যাল প্রপার্টিজ না পাওয়া।
- ৬) স্থানে স্থানে নরম থেকে যাওয়া।

১। গরম করবার সময় ফার্নেসে গ্যাস, হাওয়া বা তরল স্টেটের বাথে স্টিল পার্টসের উপরের অংশের সাথে প্রতিক্রিয়া জনিত আয়রন অক্সাইডের একটা পাতলা স্তর তৈরি হয়। ইহাকে স্কেল বলে।

[ক্রিটিক্যাল তাপাঙ্কের নিম্নে] স্টিলের সিমেন্টাইট-কার্বন অক্সিজেনের সাথে প্রতিক্রিয়ায় কার্বনডায়ক্সাইড হয় আর [ক্রিটিক্যাল তাপাঙ্কের উপরে] অস্টেনাইট কার্বন অক্সিজেনের সাথে কার্বন-ডায়ক্সাইড করে। একট সঙ্গে দুই প্রক্রিয়ার ফলে পার্টসের উপরের আয়রন এবং কার্বনের অপচয় হয়ে থাকে। এই দিকে নজর না রাখলে স্টিলটি একেবারে অকেজো হয়ে যাবে। আধুনিক হীট ট্রিটমেন্ট সপে তাপ পরীক্ষা এবং নিয়ন্ত্রণের জন্য রেকর্ডার ও কন্ট্রোলার অপরিহার্য। ফার্নেস সামান্য খোঁয়াটে ভাবে [রিডিউসিং] গরম করলে বা সামান্য কাঠ-কয়লা স্টিল পার্টসের সাথে দিয়ে গরম করলে অক্সিডেশন প্রতিরোধ করা যায় কিন্তু ডিকার্বুরিজেশন নিরোধ করা যায় না। তবে স্ট-বাথে গরম করলে ইহা কম হয়।

২ ও ৩। আভ্যন্তরীণ ট্রেন্সের দরুন এইসব ত্রুটি উদ্ভূত হয় এবং ইহাদের নিরোধ কল্পে নানা প্রকার কোয়েকিং প্রক্রিয়া গ্রহণ করা কর্তব্য। গরম করার সময় দ্রষ্টব্য সে ফার্নেসের ভূমি যেন সমতল থাকে।

৫ ও ৬। প্রাত্যক পার্টস হার্ডনিং এর পর পরীক্ষা করা উচিত। হার্ডনেস যদি নির্দিষ্ট অঙ্কের নীচে থাকে তাহলে বুঝতে হবে যে, (ক) পর্যাপ্তভাবে দ্রুত ঠাণ্ডা করা হয় নাই কোয়েকিং এর সময়। কোয়েকিং মধ্যম গরম ছিল বা অপরিষ্কার ছিল।



(খ) সোফিং এর সময় নিরূপণ ঠিক হয় নি।

(গ) হার্ডনিং তাপাঙ্ক সঠিক হয় নি।

ফার্নেস থেকে কোয়েকিং ট্যাঙ্ক অনেক সময় দূরে অবস্থানের জন্য তাপের অপচয় হওয়ায় হার্ডনেস কম হয়। ডিকাবুরিং জশনের জন্য স্থানে স্থানে নরম হতে পারে। কোয়েকিং এর সময় পার্টসকে খুব দ্রুত নাড়ান উচিত (উপর নীচে কিম্বা আশে পাশে)।

কোয়েকিং-এ আভ্যন্তরীণ স্ট্রেস (চাপ) সৃষ্টি :—

কোয়েকিং এর সময় পার্টস ঠাণ্ডা হয় অসমান ভাবে। উপরের ভাগ দ্রুত ঠাণ্ডা হয়, মধ্যভাগ ঠাণ্ডা হয় অপেক্ষাকৃত মন্থবভাবে। ফলে এই অসম তাপের অবস্থা সৃষ্টির দরুন স্টীলের মধ্যে স্ট্রেস (চাপ) উদ্ভূত হয়। উপরি ভাগ ঠাণ্ডা হওয়ার দরুন সঙ্কুচিত হয়, মধ্যভাগ সেই সময়ে অপেক্ষাকৃত কম সঙ্কুচিত হয়। এর ফলে স্টীলের মধ্যভাগে কম প্রাশন সৃষ্টি হয় এবং উপরিভাগে টেনশনের জন্য উদ্ভূত হয় একটা স্ট্রেস। ইহাকে ‘থারমাল স্ট্রেস’ বলে। এই উদ্ভূত স্ট্রেসের জন্য পার্টস বেকে বা চিড় খেয়ে যেতে পারে। ইহাকে পরিপূর্ণ ভাবে দূর করা না গেলেও কিছু সাবধানতা গ্রহণ করলে অনেক পরিমাণ ত্রুটিমুক্ত কাজ করা সম্ভব।

কার্বন স্টীলের টুলস অনেক সময় খানিক জলে, খানিক তেলে কোয়েক করে দেখা গেছে ভাল ফল হয়।

বড় বড় হামার ডাই কিছুক্ষণ জলে ঠাণ্ডা করে, তুলে নিয়ে বাহিরের খোলা হাওয়ায় ঠাণ্ডা করে পুনরায় জলে ঠাণ্ডা করা হয়। এই প্রকার বার কতক জলে এবং খোলা হাওয়ায় ঠাণ্ডা করলে আভ্যন্তরীণ স্ট্রেসের প্রভাব কমান যায়। তবে এইরকম কোয়েক পূর্ণ হার্ডনেস দেবে না। মেসিন পার্টস এবং টুলস এর যদি কম হার্ডনেস প্রয়োজন হয় তখন এই রকম প্রক্রিয়া বাঞ্ছনীয়।

ছোট ছোট টুলস  $200^{\circ}$ — $220^{\circ}$  সে: তাপের সন্ট বাথে কোয়েক করে (অল্প সময়) পরে হাওয়ায় ঠাণ্ডা করলে এই অবাস্তিত স্ট্রেসের

হাত থেকে রক্ষা পাওয়া যায়। এ ক্ষেত্রে তিনটি বিষয় গনে রাখতে হবে।

- ১। তপ্ত তরল সল্টবাথে কোয়ল ২০০—২২০° সেঃ করে,
- ২। নির্দিষ্ট সময়ের পরই বাথ থেকে উঠিয়ে,
- ৩। খোলা হাওয়ায় ঠাণ্ডা করা।

এই প্রথায় জটিল ডিজাইনের নানা প্রকার ক্রস-সেকশনের কার্বন, গ্রায় বা হাইস্পীডের টুলস হাভ' করলে ভাল ফল পাওয়া যায়।

\* \* \*

নিম্নলিখিত পুস্তক গুলি থেকে যথেষ্ট তথ্য সংগৃহীত হয়েছে :

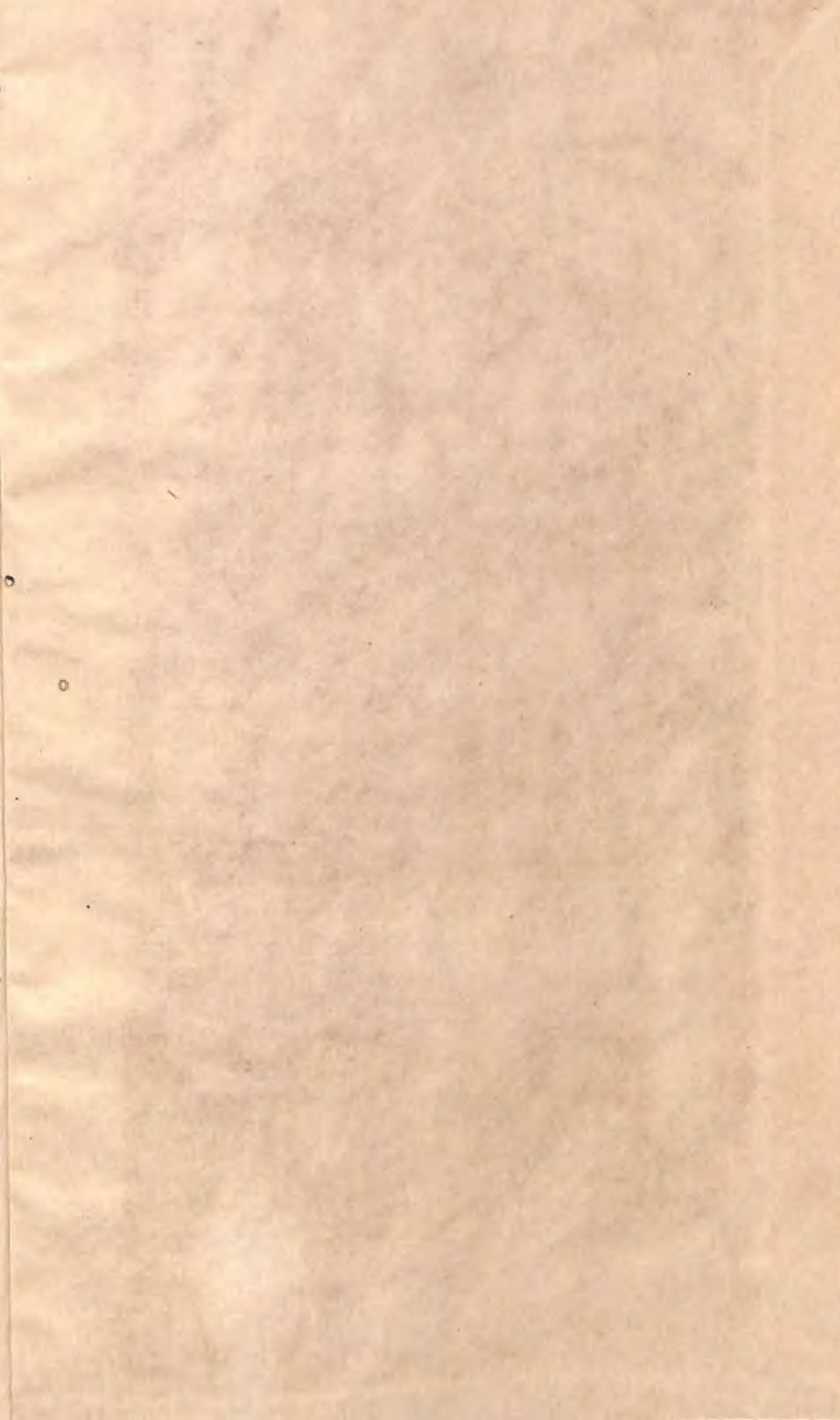
“Metals Handbook” 1939 ed, American Society for Metals, Cleaveland, Ohio.

“Heat Treatment of Metals”—B. Zakharov Foreign Language Publishing House, Moscow. Translated from Russian by N. Ivlev.

“The Heat Treaters Pocket Book”—Wilds Barfield Electric Furnaces Ltd., Otterspool Way, Watford By-Pass, Watford, Herts, England.

“Engineering Physical Metallurgy”—Prof. Y. Lakhtin. Foreign, Language Publishing House, Moscow. Translated from Russian—Nicholas Weinstein.

“Engineering Metallurgy” Raymond A. Higgins B. Sc. (Birm); F. I. M. Applied Physical Metallurgy for the Technical College series. The English University Press Ltd. 102 Newgate Street London E. C. I.









## আরো বই

মৌলিক, ক্ষিতীশচন্দ্র—প্রাচীন পূর্ববঙ্গ গীতিকা

৬ষ্ঠ ও ৭ম খণ্ড

প্রতিখণ্ড—২০.০০

মুখোপাধ্যায়, আনন্দময়—রামায়ণ-যুগে ভারত সভ্যতা ১০.০০

দাশ, প্রফুল্লকুমার—শিবনাথ শাস্ত্রীর অপ্রকাশিত

বক্তৃতা ও স্মারকলিপি

১০.০০

রায়, জীমূতবাহন—গ্রন্থালয় সঞ্চালন

২০.০০

চৌধুরী, রাধারঞ্জন—শ্রীমদ্ভাগবতম্—শ্রীশ্রীবৃন্দাবনলীলা

৪০.০০

সাহা, ধীরেন্দ্রনাথ—বৈষ্ণব পদাবলী—পদ ও পদকার

১২.৫০

দাশগুপ্ত, চারুচন্দ্র—পাহাড়পুরের বিবরণ—

৫.০০

সচিত্র। প্রাচীন ভারতের স্থাপত্য-শিল্পের

একটি নিদর্শনের বিবরণ।

মিত্র, অমলেন্দু—রাঢ়ের সংস্কৃতি ও ধর্মঠাকুর—

১৫.০০

সচিত্র গবেষণা ( রবীন্দ্র পুরস্কার প্রাপ্ত )।



ফার্মা কে. এল. মুখোপাধ্যায়

কলিকাতা : : ১৯৭৫